

УДК 697.347:662.925

Номер держреєстрації №0107U000255

Інв. № _____

**Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства
(ХНАМГ)**

61002, м. Харків, вул. Революції, 12, тел. (057) 707-31-19, факс (057) 706-15-54

Затверджую

Проректор з наукової роботи
проф. Семенов В.Т.

«_____» _____ 200__ р.

ЗВІТ

про науково-дослідну роботу

«Підвищення ефективності експлуатації інженерних систем будівель і мереж»

Декан МБ факультету
к.т.н., проф.

Бурак М.П.

Начальник НДС
к.т.н., проф.

Золотов М.С.

Зав. каф. ТХП
к.т.н., проф.

Шульга М.О.

Керівник теми
к.т.н., проф.

Шульга М.О.

Харків – 2007

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Керівник НДР
зав. каф. ТХП
к.т.н., проф.

Шульга М.О.
(реферат, вступ, розділ 7.2)

Доцент каф. ТХП, к.т.н.

Абелешов В.І.
(розділ 5)

Доцент каф. ТХП, к.т.н.

Бобух А.О.
(розділ 6)

Доцент каф. ТХП, к.т.н.

Алексахин О.О.
(розділ 2)

Доцент каф. ТХП, к.т.н.

Шушляков Д.О.
(розділ 4)

Ст. викл. каф. ТХП

Деркач І.Л.
(розділ 1)

Ст. викл. каф. ТХП

Усик Г.А.
(розділ 3)

Асистент каф. ТХП

Климов А.О.
(розділ 7.1)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР вміщує 90 с., 19 рис., 8 табл., 41 літературне джерело.

Об'єкт дослідження – інженерні системи будівель та інженерні мережі.

Мета дослідження – визначення і використання методів, способів і обладнання інженерних систем будівель і мереж, які підвищують ефективність їх експлуатації.

Метод дослідження – аналіз шляхів підвищення ефективності експлуатації інженерних систем і мереж.

Розглянуті питання підвищення надійності систем централізованого теплопостачання за рахунок застосування індустріальних виробів теплових мереж типу „труба в трубі”, зроблений порівняльний аналіз фізичних властивостей різних матеріалів теплоізоляції.

Наведені результати розв'язання системи рівнянь теплового балансу для двоступінчастої послідовної установки гарячого водопостачання і опалювального комплексу. Підтверджена необхідність врахування теплових втрат трубопроводами теплових мереж при визначенні режимних параметрів водопідігрівників.

Розглянуті питання зменшення об'ємів теплових енерговитрат на потреби теплопостачання та підвищення ефективності й енергоощадності опалювальних систем за рахунок децентралізації теплопостачання, тобто заміна систем опалення з районними і квартальними котельнями на автономні спільні (загальнобудинкові) та індивідуальні (поквартирні) системи з автономними теплогенераторами.

Розглянуто декілька основних типів припливно-витяжних повітророзподільників, які дозволяють виконувати розподіл або забір повітря компактними або об'ємними струменями. Розглянуті основні методики підбору даного обладнання, а також переваги і недоліки деяких різновидів припливно-витяжних повітророзподільників.

Розглянуті деякі аспекти класифікації, матеріалу, модифікацій застарілої та сучасної трубопровідної, запірної, регулюючої, запобіжної, водорозбірної та спеціальної арматури. Чинники, що впливають на вибір типу арматури, мають комплексний характер. Розглянуті деякі типи арматури фірм «Данфосс» і «Герц», які є одними із світових лідерів з виробництва високоякісного обладнання і представлені на ринку України. Комплектна арматура цих фірм дає можливість вирішувати проблеми ефективної технічної експлуатації інженерних систем будівель, забезпечення енергозбереження і теплового комфорту у приміщеннях.

Розроблено функціональні схеми автоматизації технологічних процесів ЦТП на базі сучасних загально промислових контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації та/або мікропроцесорного контролера.

На основі літературного огляду показана необхідність створення ГІС СЦТ, яка могла би вирішувати весь комплекс питань технічної експлуатації в процесі отримання, транспортування і споживання теплової енергії. Розроблена блок-

схема геоінформаційної системи для комплексу джерело, теплові мережі, споживачі та заходи з технічної експлуатації, які реалізуються на них.

Ключові слова: ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ, ІНЖЕНЕРНА СИСТЕМА, ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	6
1. Теплопроводи – елемент надійності систем централізованого теплопостачання	8
2. Визначення витрат сітьової води через водопідігрівну установку при довільній температурі в подавальних трубопроводах теплових мереж	14
3. Газові котли для автономного опалення	19
4. Розподіл повітря в системах припливно-витяжної вентиляції за допомогою сучасних вентиляційних повітророзподільників	25
5. Арматура в інженерному обладнанні будівель	33
6. Автоматизація центральних теплових пунктів	48
7. Основи розробки ГІС СЦТ	70
7.1. Літературний огляд з питання ГІС СЦТ	70
7.2. Блок-схема ГІС СЦТ	85
Список літератури	88

ВСТУП

В теперішній час у всіх країнах, у тому числі в Україні, гостро стоїть питання енергозбереження. Це питання можливо вирішити за рахунок застосування нових технологій в теплопостачанні, гарячому водопостачанні, опаленні, вентиляції та кондиціюванні повітря, газопостачанні. Це питання також успішно вирішується за рахунок застосування в процесі проектування, експлуатації й реконструкції інженерних систем і мереж сучасного обладнання та засобів автоматизації технологічних процесів.

У комплексі містобудування інженерне обладнання міст і будівель є одним з важливіших компонентів.

Усі енергетичні системи мають розвинуті інженерні мережі, від роботи яких залежать умови побуту і праці мешканців міста.

Найбільш складною інженерною мережею при будівництві та експлуатації є теплова мережа, надійна робота якої залежить від своєчасно проведених профілактичних ремонтів зі застосуванням трубопроводів нового покоління.

Розв'язання питань енергозбереження базується на детальному аналізі втрат теплоти у вузлах системи та виявленні її найбільш проблемних елементів. Одним з недоліків централізованих систем теплопостачання є велика довжина мереж, а отже суттєві теплові втрати, які визначають рівень витрат гріючого теплоносія для систем теплоспоживання.

Наразі в Україні більшість об'єктів житлово-комунального й виробничого секторів обігріваються за допомогою централізованого теплопостачання від теплоелектроцентралей та великих районних і квартальних котелень. Низька ефективність фізично і морально застарілого обладнання існуючих систем опалення з котельнями, а також великі втрати тепла під час його транспортування до споживача по розгалужених багатокілометрових і недостатньо теплоізованих підземних теплотрасах, - все це суттєво впливає на кінцеву вартість теплової енергії. Централізовані системи постачання потребують модернізації з переважаючими когенераційними джерелами теплової енергії. Як альтернатива в економічно обґрунтованих випадках може використовуватись індивідуальне опалення.

В енергоспоживаючих системах вентиляції і кондиціювання повітря розподіл повітряного потоку у приміщенні становиться актуальною задачею у зв'язку з тим, що при правильному підборі форми струменя і розрахунку системи вентиляції у приміщенні можливо створити ті умови, котрі підходять для найбільш комфортної та ефективної роботи людей.

Від форми дифузору або прохідного отвору повітророзподільника залежить форма повітряного струменя. Тому підбір відповідного повітророзподільника є досить важливим завданням при виконанні проектних робіт.

Одним з найбільш поширених і відповідальних елементів інженерних систем будівель є арматура, яка вельми різноманітна. У сучасних умовах в

інженерному обладнанні будівель перебувають у стадії технічної експлуатації як застарілі конструкції арматури, які вже відпрацювали 15-25 років і потребують заміни, так і нові конструкції вітчизняного і закордонного виробництва.

Успішна автоматизація інженерних систем міського господарства як технологічних об'єктів керування дозволяє підвищити техніко-економічні показники та надійність їх роботи. Декомпозиція систем автоматизації на сьогодні виконана відповідно до декомпозиції системи централізованого теплопостачання (СЦТ). Автоматичне керування усіма ланками СЦТ здійснюється комплексно: на джерелі теплової енергії (ТЕЦ, районна або квартальна котельні), магістральних теплових мережах, ЦТП, ІТП, а також індивідуально поруч з приладами опалення. Автоматизація СЦТ сприяє підтриманню заданих гідравлічних і теплових режимів в різних її місцях, зокрема ЦТП.

Особливо актуальним аспектом вирішення цього питання у теперішній час є широке впровадження ГІС технологій.

Розробка ГІС системи централізованого теплопостачання дозволяє оперативно і в повному обсязі вирішувати питання технічної експлуатації всього комплексу інженерного обладнання джерел теплової енергії, теплових мереж і споживачів. При цьому досягається економія матеріально-технічних, трудових, і, що дуже важливо для нашої країни, енергетичних ресурсів.

1. ТЕПЛОПРОВОДИ – ЕЛЕМЕНТ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Одним з важливіших умов нормальної роботи системи централізованого теплопостачання є безвідмовна робота теплових мереж.

До проблем існуючих теплотрас відноситься:

- корозія трубопроводів (внутрішня й зовнішня);
- заростання внутрішньої поверхні трубопроводів (накипоутворення), яке веде до збільшення потрібної енергії для перекачки теплоносія;
- витіки теплоносія, які погрожують безпеці інженерних комунікацій і будівель;
- тепловтрати при транспортуванні теплоносія від джерела до споживача.

Перераховані проблеми у свою чергу ведуть до:

- збільшення кількості аварій;
- збільшення витрат палива;
- збільшення витрат на ліквідацію аварій;
- зниження довговічності теплових мереж, яка у 1,5-2 рази нижче, ніж за кордоном, і не перевищує 12-15 років.

Переважним способом прокладки теплових мереж є прокладка сталевих трубопроводів у непрохідних каналах з мінераловатною тепловою ізоляцією (80 %). Безканальна прокладка, яка виконується із конструкцій заводського виготовлення з використанням ізоляції із армопінобетону й бітумовмішуючих мас (бітумоперліт, бітумовермікуліт, бітумоцерамзит), складає 10 % загальної протяжності теплових мереж.

Із-за зволоження матеріалів, що застосовуються, в процесі експлуатації теплозахисні властивості теплоізоляційних конструкцій різко знижуються, що приводить до втрат тепла, які в 2-3 рази перевищують нормативні.

Загальні втрати тепла в системах централізованого теплопостачання складають близько 20 % тепла, що відпускається, що в 2 рази перевищує аналогічний показник країн Західної Європи.

Сьогодні найбільш розробленими й перспективними індустріальними виробами теплових мереж є конструкції типу „труба в трубі” з використанням спіненого поліуретану і поліетиленовою оболонкою в якості захисно-покровного шару.

У Західній Європі подібні конструкції також стали застосовуватись з середини 60-х років. Спінені полімерні композиції для індустріальної ізоляції теплопроводів дозволяють отримувати конструкції теплових мереж, які мають високі тепло- і вологозахисні властивості, покращити технологію виробництва робіт на трасі, підвищити строк служби теплопроводів.

Пінополіуретан (ППУ) отримують в результаті реакції між рідкими ізоціанатами і поліолами. При означеному співвідношенні компонентів отримуються жорсткі ППУ щільністю 25-100 кг/м³ з закритими порами, які мають

добрі ізоляційні властивості, адгезію, показники міцності, термічну стійкість в означених межах.

Для збереження високих теплоізоляційних якостей ППУ потребують надійного захисту від зовнішніх атмосферних дій. Для підвищення їх вогнестійкості в будівельних конструкціях використовуються модифіковані галагенопохідні полііоли і поліізоціануратні піни.

Нормативними актами передбачений випуск повнозбірних індустріальних конструкцій теплових мереж, елементів інженерного обладнання міських територій з використанням полімерних матеріалів, в тому числі пінополіуретану й поліетиленових оболонок, гофрованих двохшарових трубопроводів, комплектуючих виробів повної заводської готовності для теплових мереж.

Для підземних конструкцій теплопроводів, закритих від постійного спостереження, дуже важливий оперативний диспетчерський контроль стану основних експлуатаційних параметрів конструкцій. З цих позицій індустріальні конструкції теплових мереж в ППУ ізоляції і ПЕ оболонці мають безумовні переваги. Розроблена й застосовується система оперативно-дистанційного контролю корозійно-вологісного стану теплопроводів СОДК. Ізольовані в заводських умовах труби для теплових мереж представляють собою жорстку конструкцію „труба в трубі”, яка складається із сталеві робочої труби, шару теплоізоляції з жорсткого ППУ і зовнішньої захисної оболонки із поліетилену високої щільності (ПВП).

Ізольована труба є жорсткою монолітною конструкцією завдяки добрій адгезії ППУ до металу труби і поліетиленової оболонки. Міцне зчеплення шарів ізольованої труби досягається за рахунок попередньої струменевої обробки зовнішньої поверхні сталеві труби й обробки високовольтним коронним електричним розрядом внутрішньої поверхні ПЕ оболонки.

Технічними вимогами (ГОСТ 30732-2001) передбачений і реально здійснюється випуск ізольованих повнозбірних конструкцій теплопроводів: нерухомих опор, відводів, переходів, відгалужень, засувки (шарових кранів), компенсаторів. Будівельно-ізоляційні конструкції теплопроводів випускаються двох видів:

- для безканальної прокладки;
- для прокладки наземним способом.

Основним ізоляційним матеріалом в цих конструкціях є пінополіуретан ППУ, який відповідає вимогам ТУ 4936-001 і Європейського стандарту EN 253. Його основні характеристики наведені в табл. 1.1, а властивості поліетиленових оболонок – в табл. 1.2.

Таблиця 1.1. Основні характеристики теплоізоляційного матеріалу ППУ

Середня щільність, кг/м ³	60
Міцність при стисканні, МПа	0,3
Міцність на зсув, МПа	0,12

Об'ємне водопоглинання, %	10
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C)	0,033
Об'єм закритих пор, %	88
Розрахункова температура, °C	130

Таблиця 1.2. Основні характеристики поліетиленової оболонки ПВП

Щільність, кг/м ³	не менше 940
Міцність при стисканні, МПа	0,3
Границя текучості при розтягненні, МПа	21
Відносне подовження, %	350
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C)	0,43

Примітка. Для наземної прокладки теплових мереж зовнішня захисна оболонка виготовляється із оцинкованої сталі товщиною не менше 0,7 мм.

В конструкціях з застосуванням полімерних матеріалів вирішуючий вплив на довговічність виробів оказують властивості полімерних матеріалів та умови їх експлуатації. Стосовно до теплових мереж це означає обмеження по температурі теплоносія та глибині закладання трубопроводу. Велике значення має технологія виробництва будівельно-монтажних робіт, яка гарантує дотримання заданих технічних вимог. Оскільки основним конструктивним елементом індустріальних конструкцій теплопроводів залишається сталева труба, вимоги теплостійкості і механічної міцності полімерних ізоляційних матеріалів необхідно доповнити умовами електрохімічного захисту сталевих елементів теплопроводу в жорстких експлуатаційних температурно-вологісних умовах.

Відповідно вимогам європейського стандарту EN 253 строк служби попередньо ізольованих труб і елементів повинен складати мінімум 30 років при умові постійної експлуатації системи при температурі теплоносія 120 °C. В системах, де температура теплоносія не перевищує 95 °C, строк служби, згідно стандарту EN 253, практично необмежений.

Але це не означає, що при дотриманні перерахованих умов експлуатації укладений трубопровід не потребує ремонту взагалі. Небезпечність теплового старіння полімерних матеріалів обмежує область їх застосування за температурними характеристиками, а наявність блукаючих струмів в умовах міської забудови накладає додаткові вимоги діелектричного захисту основних елементів траси.

У даному випадку ППУ ізоляція і ПЕ оболонка зберігають свої експлуатаційні властивості, в тому числі механічну міцність, водостійкість, тепло ізолюючу здібність (опір теплопередачі) протягом вказаного періоду. При цьому обов'язково враховувати число циклів температурних коливань (від робочої температури теплоносія до температури ґрунту і назад) для розрахунків втомлених характеристик полімерних матеріалів.

Технічними умовами заводів-виготовників гарантований строк служби ППУ ізоляції 25 років при розрахунковій робочій температурі теплоносія 130 °С і допускається піковий режим теплопостачання при температурі 150 °С на сумарний розрахунковий строк експлуатації до 12 місяців. Однак експериментально встановлено, що при дії температури 140 °С протягом 15 місяців границя міцності ППУ з щільністю 75 кг/м³ падає до нуля. Цю обставину слід враховувати при виборі глибини прокладки теплових мереж, особливо в місцях поворотів траси і влаштування гнучких компенсаторів.

Безумовною перевагою теплопроводів з ППУ ізоляцією і ПЕ оболонкою є розробка і впровадження системи оперативного дистанційного контролю (СОДК). Ця система не обмежується лише прямими ділянками теплопроводів, а послідовно пронизує всі індустріальні елементи траси.

Система ОДК призначена для контролю стану ППУ ізоляції та виявлення ділянок теплових мереж з підвищеною вологістю ізоляції. Збільшення вологості теплової ізоляції може бути викликане пошкодженням захисної ПЕ оболонки, в тому числі при поганому зароблянні стиків або пошкодженням сталевих теплопроводів (наприклад, при неякісному виконанні зварочних робіт).

Система ОДК основана на вимірюванні електричної провідності теплоізоляційного шару ППУ. Ця система забезпечує високу точність визначення зволжених ділянок ізоляції порівняно з методами, основаними на вимірюванні активного омичного опору ізоляції.

Для контролю стану вологості використовують сигнальні мідні провідники, які встановлюються у шарі ППУ ізоляції усіх елементів трубопроводів, що вироблюються (труби, відводи, трійники, засувки).

Система ОДК включає:

- сигнальні провідники в теплоізоляційному шарі індустріальних трубопроводів і виробів, які проходять по всій довжині теплотраси;
- термінали для підключення приладів у точках контролю і комутації сигнальних провідників та з'єднальні кабелі до них;
- стаціонарний або переносний детектор, який фіксує електричну провідність теплоізоляції;
- локатор – імпульсний рефлектометр для визначення місць пошкодження ізоляції;
- тестер ізоляції для вимірювання параметрів системи ОДК при налагодці й здачі системи ОДК в експлуатацію.

Один детектор дозволяє контролювати стан ізоляції на трубі довжиною 10 км або дві труби по 5 км. Система ОДК забезпечує високу точність визначення зволжених ділянок з похибкою в межах 1 %. Вартість системи ОДК, за даними виготівельника, не перевищує 1,5 % вартості ділянки трубопроводу, що обслуговується.

Індустріальні ізольовані елементи теплових мереж – відводи, переходи, відгалуження, засувки, компенсатори, нерухомі опори – мають конструктивні

рішення теплового захисту і ПЕ оболонки, подібні основній будівельно-ізоляційній конструкції теплопроводу. Вони також оснащені сигнальними провідниками і вмикаються в загальну систему ОДК. Монтаж і експлуатація теплопроводів з системою ОДК потребує професійних навичок для виконання якісних монтажних робіт.

Висока якість індустріальних повнозбірних конструкцій теплопроводів з ППУ забезпечується постійним вхідним контролем вихідних матеріалів, зварних стиків виробів і контролем якості теплової ізоляції та захисної оболонки.

Будівельно-ізоляційна конструкція теплопроводів на основі пінополімербетонної композиції (ППБ) розроблена для умов безканальної прокладки. До складу композиції входять наступні основні інгредієнти: одна із марок поліізоціонатів, які застосовуються для отримання пінополіуретану, мінеральний наповнювач, діетиленгліколь.

Технологія влаштування ізоляційної конструкції передбачає створення на теплопроводі трьохшарової ізоляції із одного й того ж вспіненого матеріалу з різними показниками питомої щільності. Безпосередньо на металевій трубі та у поверхневому шарі – міцних захисних корок товщиною 8-10 мм з щільністю 800-1000 кг/м³, середнього шару теплоізоляції товщиною 35-40 мм з щільністю 200-300 кг/м³.

Процес нанесення ППБ ізоляції включає наступні основні операції: підготовку форм, дозування вихідних компонентів, приготування заливочної суміші, укладку труб у форми і заливку в них суміші, термообробку в термокамері. Вспінення середнього шару відбувається в суворому температурному режимі, його порушення може привести до браку. ППБ ізоляція має жорстку структуру і добре зчеплення зі сталеву трубу. Теплопроводи з ППБ ізоляцією пройшли лабораторні, стендові випробування, були опротестовані практичним шляхом на дослідних ділянках безканальної прокладки. Однак складна технологія ізоляції труб й дефіцит полімерних матеріалів завадили у свій час налагодити масове виробництво цієї перспективної продукції.

Надійність – це ключове слово для проектних і монтажних робіт. А це означає, що всі елементи конструкції трубопроводу з попередньою ізоляцією із ППУ прості та міцні.

Ізоляція труб ППУ є одним із шляхів економії теплової енергії при обслуговуванні об'єктів тепlopостачання.

Застосування в будівництві і промисловості трубопроводів з теплоізоляцією із ППУ є одним із основних джерел економії тепла в теперішні часи.

Пінополіуретанова (ППУ) теплоізоляція – це швидке безшовне нанесення будь-якої складності й форми, необмежена товщина шару, швидке твердіння, а також сталість до механічних навантажень і високе енергозбереження.

Конструкції з використанням ППУ мають переваги порівняно з теплоізоляційними матеріалами, що застосовувались раніше,:

- підвищена довговічність з 10-15 років до 30 років і більше;

- зниження теплових втрат з 25-30 % до 2-3 %;
- зниження експлуатаційних витрат у 2 рази;
- зниження витрат на ремонт теплотрас у 3 рази.

Таблиця 1.3. Порівняльний аналіз фізичних властивостей жорсткого пінополіуретану та інших матеріалів теплоізоляції

Вид теплоізоляції	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/мК	Щільність, кг/м ³	Діапазон робочих температур, °С	Пористість	Строк експлуатації, років
ППУ жорсткий	0,019-0,040	80-160	-150...+145	закрита	30
Пінополістирол	0,043-0,064	15-35	-80...+80	відкрита	15
Мінеральна вата	0,052-0,058	55-150	-40...+120	відкрита	5
Керамзит	0,120-0,180	200-250	-	відкрита	15
Пробкова плита	0,050-0,060	220-240	-30...+90	закрита	3

Пінополіуретан має високу сталість при дії хімічних з'єднань (виключно деяких розчинників і концентрованих кислот).

Сортамент попередньо ізольованих труб і з'єднальних вузлів дає можливість прокладати трасу на будь-якій місцевості, а також у стислих міських умовах. Наявність вбудованої системи ОДК дозволяє своєчасно і з найменшими втратами усувати пошкодження в мережі.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ СІТЬОВОЇ ВОДИ ЧЕРЕЗ ВОДОПІДІГРІВНУ УСТАНОВКУ ПРИ ДОВІЛЬНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ В ПОДАВАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДАХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Одним з недоліків централізованих систем теплопостачання є втрати теплоти при транспортуванні теплоносія. Ці втрати залежать від способу прокладання мереж і умов їх експлуатації, діаметра трубопроводу і особливостей теплоізоляційної конструкції, температур зовнішнього повітря та теплоносія, довжини ділянки тощо. Величина тепловтрат визначається або на підставі розрахунків [4,5], або при проведенні теплових випробувань [6]. Відповідно до [7] втрати теплоти через ізоляційну конструкцію при довжині теплотраси до 1000 м не повинні перевищувати 4,8% від відпущеної кількості теплоти, при довжині теплотраси понад 1000 м – 0,6% на кожні 100 м після 1000 м, але не більше 13% на всю довжину.

Зниження температури теплоносія на вході у теплообмінні апарати водопідігрівних установок гарячого водопостачання веде до необхідності збільшення витрат гріючого теплоносія з теплових мереж.

Як правило, визначення витрат сітьової води для водопідігрівної установки здійснюється на підставі розв'язання рівнянь теплових балансів. При аналізі змінних режимів роботи установок до балансових співвідношень додають рівняння теплової продуктивності установки, в яких використані величини питомої безрозмірної теплової продуктивності. Відомі рішення [8,9] для величини витрат сітьової води здійснені при умові, що температура гріючого теплоносія на вході у другий ступінь водопідігрівної установки відповідає температурному графіку теплових мереж, тобто без врахування охолодження сітьової води при її русі по трубопроводу.

Метою роботи є розв'язання системи рівнянь, що описують режими роботи двоступінчастої послідовної водопідігрівної установки, при довільній температурі теплоносія. Згідно зі схемою, що наведена на рис. 2.1, на першому ступеню установки відбувається нагрівання водопровідної води до температури $t_h^I \approx 25 \div 35^\circ\text{C}$ сітьовою водою після системи опалення будівель. Догрівання водопровідної води до нормативної температури здійснюється у теплообмінних апаратах другого ступеня водою з подавального трубопроводу теплових мереж.

Для водяних систем теплопостачання балансові співвідношення можна записати через різниці температур на ділянках схеми

$$(\tau_1 - t_6) = (\tau_1 - \tau_5) + (\tau_5 - \tau_6) + (\tau_6 - t_6), \quad (2.1)$$

де τ_1, t_6 – температури води у подавальному трубопроводі теплових мереж й повітря в опалювальних приміщеннях, відповідно.

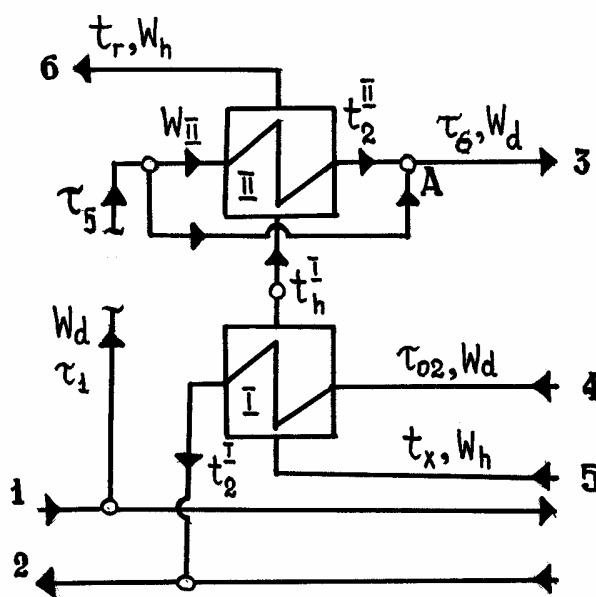


Рис. 2.1. Розрахункова схема приєднання водопідігрівної установки до теплових мереж

1, 2 – подавальний та зворотний трубопроводи теплових мереж;
 3, 4 – подавальний та зворотний трубопроводи системи опалення;
 5 – вхід холодної води; 6 – вихід гарячої води до системи водопостачання; I, II – ступені водопідігрівної установки.

Вводячи величину теплових втрат подавальним трубопроводом мереж ΔQ_n , охолодження води можна обчислити наступним чином

$$\tau_1 - \tau_5 = \frac{\Delta Q_n}{Wd} = \frac{\Delta Q_n}{Wd \cdot W_{op.}} = \frac{\delta_n \cdot \Delta \tau_c^p}{Wd}. \quad (2.2)$$

В рівнянні (2.2) $\bar{Wd} = Wd / W_{op.}$ – відносні витрати води з теплових мереж; $W_{op.}$ – розрахункові витрати сітьової води на опалення будівель; $\delta_n = \Delta Q_n / Q_{op.}$ – відносні теплові втрати подавальним трубопроводом теплових мереж; $Q_{op.}$ – розрахункові витрати теплоти на опалення будівель; $\Delta \tau_c^p = \tau_1^p - \tau_2^p$ – різниця температур теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах теплових мереж при розрахунковій для опалення температурі зовнішнього повітря.

Зміну температури гріючого теплоносія на другому ступеню водопідігрівної установки можна знайти з рівняння теплового балансу теплообмінних апаратів ступеня

$$\tau_5 - \tau_6 = \frac{Wh(t_r - t_h^I) + Q_u}{Wd} = \frac{Wh(t_r - t_h^I) + Q_u}{Wd \cdot W_{op.}}, \quad (2.3)$$

де Wh – витрати водопровідної води; t_r, t_h^I – відповідно температура гарячої води та водопровідної води після першого ступеня установки; Q_u – витрати теплоти на циркуляцію гарячої води.

Перепад температур в опалювальному комплексі визначаємо з рівняння теплового балансу, яке при умові можливої зміни розрахункового опалювального навантаження має вигляд [10]

$$Q_{он} = \varepsilon_{он} \cdot Wd(\tau_6 - t_6) = \mu \cdot Q_o = Wd(\tau_6 - \tau_{02}), \quad (2.4)$$

в якому $\varepsilon_{он}$ – безрозмірна питома теплова продуктивність опалювального комплексу; μ – коефіцієнт зміни розрахункового опалювального навантаження.

У припущенні, що коефіцієнт змішування водоструменевого елеватора є величиною незмінною і визначається температурами води при розрахунковій для опалення температурі зовнішнього повітря

$$U = \frac{\tau_6^p - \tau_3^p}{\tau_3^p - \tau_{02}^p}, \quad (2.5)$$

після перетворень отримуємо

$$\begin{aligned} \tau_6 - t_6 &= \Delta t_{np}^p \cdot (\mu \cdot \bar{Q}_0)^{0,8} + D_6 \cdot \mu \cdot \bar{Q}_0 \cdot \Delta \tau_c^p / \bar{W}d, \\ D_6 &= \frac{\tau_6^p - t_6 - \Delta t_{np}^p \cdot \mu^{0,8}}{\tau_6^p - t_6 - \Delta t_{np}^p \cdot \mu + 0,5 \cdot \theta^p \cdot \mu}, \end{aligned} \quad (2.6)$$

де τ_3^p, τ_{02}^p – температура сітьової води після елеватора й на виході опалювального комплексу, відповідно; $\bar{Q}_0 = Q_o / Q_{op.}$ – відносне опалювальне навантаження будівель; $\Delta t_{np}^p = 0,5(\tau_3^p + \tau_{02}^p) - t_6$; $\theta^p = \tau_3^p - \tau_{02}^p$.

Розв'язання рівняння (2.1) відносно $\bar{W}d$ після підстановки до нього співвідношень (2.2), (2.3), (2.6) має вигляд

$$\bar{W}d = \frac{\Delta \tau_c^p \left[\delta_n + \rho(t_r - t_h^I) / \Delta t_r + Q_u / Q_{op.} + D_6 \mu \cdot \bar{Q}_0 \right]}{\tau_1 - t_6 - (\mu \cdot \bar{Q}_0)^{0,8} \cdot \Delta t_{np}^p}, \quad (2.7)$$

тут: $\rho = Qh / Q_{op.}$; Qh – теплове навантаження гарячого водопостачання; $\Delta t_r = t_r - t_x$; t_r, t_x – температура гарячої та холодної води, відповідно.

Температура нагрівання води на першому ступеню водопідігрівної установки визначається через теплову продуктивність теплообмінних апаратів ε_1

$$t_h^I = t_x + \frac{\varepsilon_1 \cdot W_{1M} \cdot (\tau_{02} - t_x)}{Wh}, \quad (2.8)$$

де W_{1M} – менший з теплових еквівалентів витрат речовин на першому ступеню.

Температуру води на виході з системи опалення можна знайти з рівняння (2.4). Тоді для випадку $W_{1M} = Wh$ вираз (2.7) з урахуванням (2.8) трансформується у квадратне рівняння відносно Wd

$$\begin{aligned} a_2 \cdot \bar{W}d^2 + \epsilon_2 \cdot \bar{W}d - c_2 &= 0, \\ a_2 &= (\tau_1 - t_\epsilon - m) / \Delta\tau_c^p, \\ \epsilon_2 &= \epsilon_1 \cdot \rho(t_\epsilon - t_x + m) / \Delta t_r - (\rho + \bar{Q}_u + \delta_n) - D_6 \cdot \mu \cdot \bar{Q}_0, \\ c_2 &= \frac{\epsilon_1 \cdot \rho \cdot P \cdot \mu \cdot \bar{Q}_0 \cdot \Delta\tau_c^p}{(\tau_6^p - t_\epsilon - m_0 + p) \Delta t_r}, \\ m &= \Delta t_{np}^p (\mu \cdot \bar{Q}_0)^{0,8}; \quad m_0 = \Delta t_{np}^p \mu^{0,8}; \quad p = 0,5 \cdot \theta^p \cdot \mu. \end{aligned} \quad (2.9)$$

При $\delta_n = 0$, $\tau_5 = \tau_1$ рівняння (2.9) співпадає з наведеним у [10] результатом розв'язання системи рівнянь без урахування охолодження сітьової води.

Виконано серію розрахунків для водопідігрівної установки, змонтованої з кожухотрубчастих теплообмінників. Опалювальне навантаження при розрахунковій температурі зовнішнього повітря становить $Q_{op} = 3,68$ МВт, співвідношення максимальних витрат теплоти на гаряче водопостачання та опалення – $\rho_{max} = Q_{h,max} / Q_{op} = 0,6$. Прийнято графік якісного регулювання навантаження з температурами у розрахунковому для опалення режимі $150/70^\circ\text{C}$, який забезпечує постійну температуру внутрішнього повітря $t_\epsilon = 20^\circ\text{C}$ і нагрівання водопровідної води від $t_x = 5^\circ\text{C}$ до $t_r = 60^\circ\text{C}$. Обчислення здійснені для двох показових режимів теплопостачання: розрахункового для опалення ($\bar{Q}_o = 1$) та режиму при температурі зовнішнього повітря у точці зламу температурного графіка ($\bar{Q}_o = 0,38$).

Результати обчислень свідчать про суттєвий вплив охолодження води у подавальному трубопроводі на її витрати при послідовній схемі приєднання водопідігрівної установки (див. рис. 2.2). Так при величині, $\delta_n = 10\%$, що становить $6 \div 10\%$ втрат відпущеної теплоти при $\bar{Q}_o = 1$ і $10 \div 25\%$ при $\bar{Q}_o = 0,38$, забезпечення необхідних умов теплопостачання здійснюється збільшенням витрат сітьової води приблизно на 25% . Варіантні обчислення не показали суттєвої залежності зміни витрат сітьової води при зміні співвідношення теплових навантажень ρ . Розбіжність результатів у діапазоні $0,2 \leq \rho \leq 0,6$ знаходиться у межах $2 - 4\%$.

Уточнена величина витрат сітьової води може бути корисною при аналізі гідравлічних режимів у системах теплопостачання і при проведенні економічних оцінок.

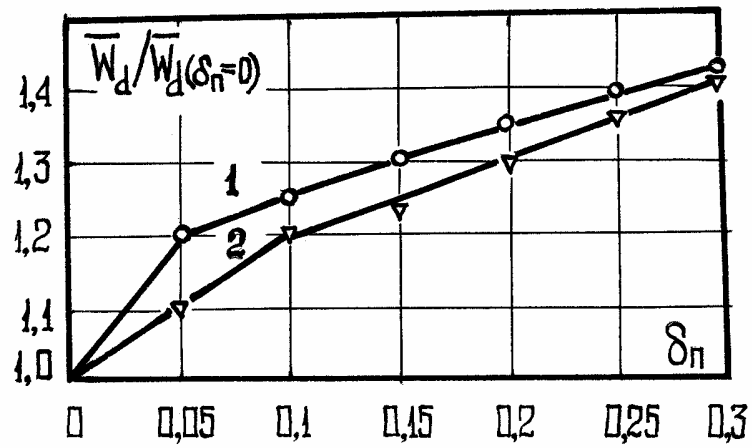


Рис. 2.2. Відносні витрати сітьової води для потреб тепlopостачання
 1 – $\bar{Q}_o = 1$; 2 – $\bar{Q}_o = 0,38$; $\bar{W}_d(\delta_n = 0)$ – витрати води при відсутності тепловтрат
 подавальними трубопроводами.

3. ГАЗОВІ КОТЛИ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ОПАЛЕННЯ

В Україні на опалення щорічно витрачається близько чверті загального об'єму споживання енергоресурсів. Основним видом палива є природний газ – один з найбільш економних, екологічно чистих і поки що найдешевших енергоносіїв. Частка його в паливному балансі держави складає близько 50 %. Більша частина цього газу використовується на потреби опалення. Витрати на виробництво 1 Гкал тепла в Україні дорівнюють 185-190 кг умовного палива, тоді як у країнах Західної Європи – 145-150 кг. Тому зменшення об'ємів теплових енерговитрат на потреби теплопостачання та підвищення ефективності й енергоощадності опалювальних систем – надзвичайно важливі проблеми сьогодення.

Світова і вітчизняна практика останніх років свідчить, що одним із основних напрямків економії паливно-енергетичних ресурсів є децентралізація теплопостачання, тобто заміна систем опалення з районними і квартальними котельнями на автономні спільні (загальнобудинкові) та індивідуальні (поквартирні) системи з автономними теплогенераторами. Найефективнішим способом обігрівання житла нині вважаються індивідуальні опалювальні системи, тому вони все ширше застосовуються в новому будівництві і при реконструкції житлового фонду. Капітальні вкладення в такі системи складають менш ніж 50 % інвестицій в системи з районними опалювальними котельнями, а витрати на опалення квартир зменшуються у декілька разів. Значно ефективнішими від великих централізованих систем є автономні спільні системи опалення окремих будинків, а також окремих під'їздів і поверхів – за допомогою автономних дахових, вбудованих, прибудованих або окремо розміщених невеликих котелень чи топкових.

Основні переваги децентралізованого теплопостачання:

- зменшення (до 40 %) втрат тепла за рахунок повної відмови або часткового зменшення протяжності зовнішніх теплових мереж – джерел великих втрат тепла;
- зменшення (до 15 %) втрат тепла за рахунок більш повної відповідності між режимами його виробництва і споживання;
- скорочення капітальних затрат на будівництво систем;
- спрощення процесів регулювання і управління тепловим режимом систем теплопостачання.

Впровадження локальних дахових котелень дає змогу заощадити до 30 % коштів, а найбільший енергозберігаючий ефект (економія коштів до 60 %) досягається завдяки обладнанню квартир індивідуальними системами опалення з двоконтурними котлами імпортного або вітчизняного виробництва.

Значно нижча вартість тепла, що виробляється автономними тепло генераторами, повна незалежність від комунальних служб, можливість створювати комфортний мікроклімат на особистий смак і розпочинати опалювальний сезон за власним бажанням та інші переваги автономних

опалювальних систем над централізованими приваблюють все більшу кількість споживачів, які прагнуть незалежності, надійності та високої якості в забезпеченні теплом. Тому майбутнє – за автономним опаленням, особливо у будівництві нового житла.

Джерелом тепла для підтримування необхідної температури теплоносія в автономних центральних загально будинкових і по квартирних системах опалення служать побутові газові котли – теплогенерувальні агрегати тепловою потужністю не більш ніж 100 кВт, температура теплоносія в яких не перевищує 95 °С.

Нині українські виробники пропонують на ринку опалювальної техніки побутові газові котли, які за конструктивно-технічними і функціональними ознаками можна поділити на такі види:

- за способом встановлення – підлогові (стаціонарні), які стаціонарно встановлюються на підлозі, та настінні (навісні), які навішуються на стіні за допомогою анкерних болтів;

- за матеріалом теплообмінника – зі сталевим, чавунним або мідним теплообмінником;

- за кількістю виконуваних функцій – однофункційні (одно контурні), призначені тільки для опалення, і двофункційні (двоконтурні), які забезпечують підігрів води як для системи опалення, так і для системи ГВП. Двофункційні котли бувають проточного типу та з вмонтованим ємнісним міні-бойлером. Проточні двофункційні котли виготовляються з бітермічним теплообмінником (змієвик ГВП розташований всередині основного теплообмінника первинного контуру) і з двома окремими теплообмінниками – первинним опалювальним і вторинним пластинчастим для ГВП, переключення яких здійснюється за допомогою триходового клапана;

- за конструкцією і типом пальників – з атмосферними і вентиляторними (з наддувом) пальниками безполуменового, дифузійного та інжекційного типів. Безполуменові пальники з повним попереднім змішуванням газу із повітрям служать для спалювання тільки попередньо підготовленої газоповітряної суміші. В дифузійних пальниках горіння відбувається при роздільному надходженні газу і повітря в камеру згоряння. Процес згоряння газу в інжекційних пальниках відзначається тим, що спершу газ змішується у спеціальній камері пальника з певною кількістю повітря, необхідною для горіння (первинне повітря), а його залишок (вторинне горіння) надходить безпосередньо в камеру згоряння котла. Найбільш розповсюджені – інжекційні пальники з розосередженням по всій довжині камери згоряння факелом і з організованим підведенням вторинного повітря в зону горіння. В таких пальниках досягається найповніше спалювання газу:

- за конструкцією і типом автоматики контролю та регулювання – з автоматикою, яка не залежить від зовнішнього електроживлення, та з автоматикою, яка працює від зовнішньої електромережі;

- за будовою камери згоряння і принципом відведення продуктів згоряння – димохідні з відкритою камерою згоряння і відведенням димових газів через традиційний вертикальний димохід, парпетні та турбокотли із закритою камерою згоряння і відведенням продуктів згоряння за допомогою спеціального металевого димоповітропроводу, який, як правило, входить у комплект котла. Димоповітропроводи бувають коаксіальними („труба в трубі”) або виконаними з двох окремих незалежних труб – димовідвідної та повітровсмоктувальної. В турбокотлах відведення димових газів і всмоктування свіжого (з надвору) повітря для горіння здійснюється примусово за допомогою електровентилятора, а в парпетних – природним шляхом, тобто димовідвідною трубою назовні виводяться димові гази, а повітровсмоктувальною – з надвору в камеру згоряння надходить свіже повітря завдяки виникненню у ній розрідження.

Крім окремо встановлюваних котлів, деякі вітчизняні виробники пропонують мобільні блочно-модульні котельні контейнерного типу, в тому числі дахові. Вони працюють в автономному режимі, тому їх вигідно використовувати для децентралізованого теплопостачання і ГВП багатоквартирних житлових будинків, шкіл, лікарень та інших громадських, адміністративних і виробничих об’єктів. Такі котельні виконують шляхом блочно-каскадного поєднання у спільний опалювальний комплекс декількох котлів, котрі монтуються, як правило, у спеціальному контейнері або на спільній рамі.

Відповідно до загальноприйнятих тенденцій енергозбереження та ефективного використання теплогенерувального обладнання, в конструюванні й виготовленні сучасних побутових газових котлів для автономного опалення і ГВП українські виробники орієнтуються на такі основні вимоги:

- ККД котла не повинен бути нижчим від 90 %;
- конструкції пальників і камери згоряння повинні забезпечувати стійкий процес горіння в умовах коливання тиску газу в мережі та якнайповніше його згоряння за малих надлишків повітря в камері згоряння, а також створювати такий факел горіння, який би забезпечував інтенсивне і водночас рівномірне нагрівання стінок камери згоряння по периметру;
- вміст оксидів вуглецю, азоту і сірки, золи та інших шкідливих речовин у продуктах згоряння не повинен перевищувати допустимих величин, встановлених чинними екологічними нормами;
- теплообмінник котла повинен мати мінімальний опір виходу димових газів, що зумовлено необхідністю забезпечити безпеку експлуатації за невеликої природної тяги в димоході;
- котел, призначений для роботи в системі з природною циркуляцією теплоносія, має характеризуватися якнайменшим гідравлічним опором. Загальний циркуляційний тиск у подібних системах незначний, тому для зниження центру нагріву котла відносно до нагрівальних приладів і збільшення тим самим гідравлічного опору бажано, щоб котел був мінімальної висоти, а поверхні нагріву розміщувались якомога нижче;

- у двофункційному котлі температура води для ГВП не повинна перевищувати 60 °С. Якщо температура буде вищою, то наявні у воді солі твердості випадатимуть в осад і відкладатимуться як накип на внутрішніх стінках вторинного теплообмінника котла, труб і запірно-регулювальної арматури;

- котел повинен комплектуватись досконалою автоматикою контролю, безпеки й регулювання, яка б постійно забезпечувала його безаварійну економну роботу за відсутності людини, зокрема: автоматичне вмикання пальників і регулювання теплового навантаження залежно від сигналів термодатчиків, підтримування заданого теплового режиму в приміщеннях і припинення подачі газу та вимкнення котла в аварійних ситуаціях (за недопустимого зменшення тяги, тиску газу, перервах в подачі газу тощо);

- теплоізоляція зовнішніх поверхонь теплообмінника повинна обмежувати втрати теплової енергії котла в навколишнє середовище;

- всі вузли й комплектуючі котла повинні бути високо надійними та ремонтопридатними;

- дизайн котла має відповідати сучасним вимогам до естетики зовнішнього вигляду;

- котел повинен бути доступним і безпечним в експлуатації, простим і зручним в обслуговування.

Зазначені вимоги і наявність на українському ринку кращих зразків зарубіжного теплогенерувального обладнання стимулюють передових вітчизняних виробників до розробки й виготовлення вискоефективних низькотемпературних побутових газових котлів, здатних задовольнити найрізноманітніші запити споживачів. На зміну металоємним, малоефективним і низько екологічним котлам радянських часів українські виробники все частіше пропонують сучасну опалювальну техніку, пристосовану до особливостей експлуатації в Україні, цілком конкурентоспроможну з імпоротною. Простота конструкції, встановлення та експлуатації, функціонування за пониженого тиску газу, можливість використання в системах водяного опалення з природною циркуляцією теплоносія, незалежність від електропостачання і значно нижчі ціни – це основні переваги українських побутових газових котлів порівняно із закордонними.

В процесі переходу до ринкової економіки виробництво котлів в Україні розвивається швидкими темпами. Сьогодні нараховується понад п'ятдесят українських виробників котельного обладнання. Підвищення вимог споживачів до економності, надійності, якості та комфортності зумовлює зростання попиту на сучасні вітчизняні котли, що відповідають кращим зарубіжним аналогам. Українські споживачі зацікавлені в тому, щоб використовувати котельне обладнання саме вітчизняного виробництва, оскільки це гарант його адаптованості до місцевих умов експлуатації, наявності взаємозамінних елементів і запасних частин, своєчасного обслуговування протягом всього терміну служби та, у разі необхідності, швидкого зв'язку з виробником.

Однією з основних тенденцій розвитку сучасного вітчизняного котлобудування є випуск котлів з високим ККД (90-94 %) і низькою температурою димових газів, що диктує необхідність в якісній тепло гідроізоляції існуючих димоходів або використанні спеціальних металевих димоходів із корозієстійкої сталі.

Другою тенденцією можна вважати все ширше застосування в українських газових котлах імпорتنих комплектуючих від всесвітньо відомих виробників, зокрема газових клапанів і автоматики безпеки та регулювання – від Honeywell, Sit group, Dungs, Mertik Maxitrol, пальників – від Polidoro, Bray, Riello, теплообмінників – від Viadrus, Imar тощо.

Третя, не менш важлива тенденція, - це можливість забезпечення економної роботи сучасних вітчизняних газових котлів шляхом автоматизованого програмування і підтримування температурного режиму з використанням кімнатних термостатів, тижневих і добових програматорів, погодних контролерів від Siemens, Seitron, Danfoss та інших відомих фірм.

Все це, водночас із підвищенням якості виробництва, застосуванням передових технологій і впровадженням новітніх конструктивно-технічних рішень, дало можливість суттєво підвищити ефективність, надійність, роботу здатність і ККД котлів. Значно посилити конкурентоспроможність вітчизняних побутових газових котлів. Тепер вони, завдяки високим техніко-економічним показникам і прийнятному співвідношенню ціни та якості, користуються все більшим попитом серед споживачів, і не тільки в Україні.

Виходячи зі світового досвіду, можна прогнозувати наступні пріоритетні напрямки розвитку вітчизняного котлобудування на найближче майбутнє:

- зниження шкідливого впливу на довкілля. В зв'язку з тим, що екологічні норми з кожним роком стають все більш жорсткими, виробники змушені в першу чергу концентрувати увагу на екологічній безпечності обладнання і випускати котли, які забезпечуватимуть якнайповніше згоряння палива з низьким вмістом шкідливих речовин у димових газах;

- розробка і впровадження новітніх систем контролю і регулювання на базі сучасних мікропроцесорних цифрових технологій, в тому числі дистанційних систем керування і діагностики. Це один із пріоритетних напрямків техніко-технологічного вдосконалення і підвищення ефективності й надійності роботи котлів;

- збільшення випуску малогабаритних настінних двофункційних газових котлів для поквартирних систем автономного опалення і ГВП;

- освоєння випуску високоефективних конденсаційних котлів, які максимально використовують для опалення тепло відпрацьованих димових газів – додаткову теплову енергію, отриману під час конденсації водяної пари, що міститься в продуктах згоряння. Завдяки цьому ККД сучасних імпорتنих конденсаційних котлів, обчислений за вищою теплотою згоряння, дорівнює 94-96 %, а ККД, віднесений до нижчої теплоти згоряння палива, перевищує 100 % і

може досягати 105-107 %. Конденсаційна опалювальна техніка – це перспективний напрямок розвитку котлобудування.

4. РОЗПОДІЛ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКІВ

Вентиляційні решітки й дифузори призначені для подачі повітря в приміщення, забору повітря з приміщення, а також для розподілу повітряних потоків. Вони застосовуються:

- в системах кондиціонування повітря при низькому тиску;
- в системах повітряного опалення;
- в системах вентиляції.

Типи вентиляційних решіток і дифузорів.

Чіткої класифікації вентиляційних решіток і дифузорів не існує. Вентиляційні решітки і дифузори можуть бути:

припливні та витяжні.

Припливні решітки і дифузори призначені для розподілу повітря усередині приміщення, а витяжні – для видалення повітря з приміщення;

такі, що регулюються і не регулюються.

Вентиляційні решітки і дифузори, що регулюються, призначені для регулювання витрати повітряного потоку, струменю (від компактного до неповного віялового), напряму повітряного потоку (спеціальні жалюзі, які відчиняються в означеному напрямі);

круглими, квадратними, прямокутними за формою;

металевими (сталевими або з алюмінію) або пластиковими за матеріалом, з якого вони зроблені.

Кожний матеріал має свої переваги. Пластикові решітки не піддаються корозії, мають більше варіантів виконання за кольором й розміром, мають меншу вагу. Металеві більш довговічні, міцніші (особливо важливі „антивандальні” їх властивості), їм віддають перевагу також з точки зору дизайну: з декоративним оздобленням або без нього; різного кольору і розмірів; з напрямом повітряного потоку в один, два, три або чотири боки.

Крім того, спеціальні модифікації решіток призначаються для роботи у вологих і агресивних середовищах (в басейнах, виробничих приміщеннях).

Решітка для припливу/витяжки повітря



Рис. 4.1. Припливно-витяжна решітка, що не регулюється

Звичайна решітка, що не регулюється. Може служити як для припливу, так й для видалення повітря. Буває різних розмірів. Форма – прямокутна або квадратна. Кріпиться безпосередньо до повітроводу або до стіни поперед каналу.

Переваги – простота монтажу, універсальність, низька вартість, можливість встановлення в горизонтальному й вертикальному положеннях.

Недоліки – неможливість регулювання витрати повітря і напрямку струменя, розподіл лише в одному напрямі.

Квадратний стельовий дифузор

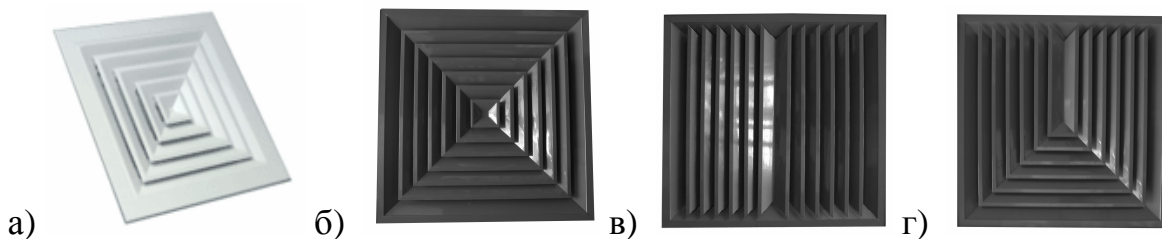


Рис. 4.2. Квадратний стельовий дифузор (типу "Kvadra")

Припливно-витяжні стельові решітки. Розміри різні, звичайно кратні розмірам гіпсових плит для підвісних стель (наприклад, 300х300, 600х600 мм). Монтуються в гіпсокартонних підвісних стелях. Підвід повітря здійснюється з боку, протилежного решітці. Може кріпитися безпосередньо до повітроводу (звичайно знизу) або мати камеру статичного тиску для більш рівномірного розподілу повітря.

Переваги – відносна простота монтажу (без камери статичного тиску може врізатись безпосередньо у повітровід), можливість роздачі повітря за вибором (рис. 4.2) – у чотири боки (рис. 4.2, а, б), у два боки (рис. 4.2, в), у три боки (рис. 4.2, г).

Недоліки – не кріпляться до підвісних стель типу „армстронг” (лише гіпс або гіпсокартон), для рівномірного розподілу потрібне обов’язкове встановлення камери статичного тиску. При монтажі без камери статичного тиску квадратний стельовий дифузор до повітроводу кріплять за допомогою гнучких з’єднальних повітроводів. Велика вартість, особливо якщо до комплекту входить камера статичного тиску.

Стельовий (настінний) дифузор для витяжки і припливу

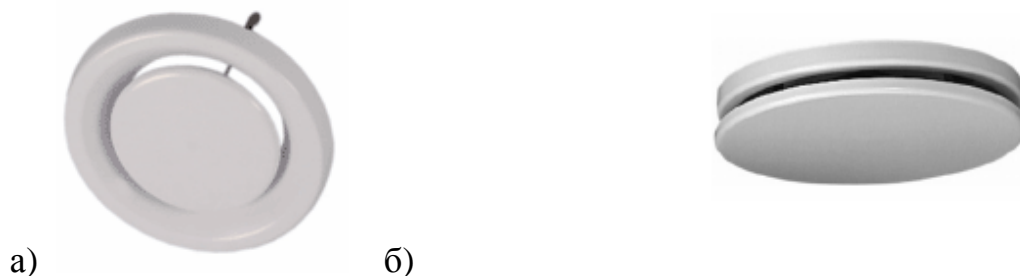


Рис. 4.3. Стельовий (настінний) дифузор для витяжки (а) і припливу (б)

Дифузор (іноді називається „анемостат”) призначений для встановлення на стелі або стінах. Діаметр 100, 125, 150 (160), 200 мм. При особливих замовленнях деякими фірмами виготовляються діаметром 250 мм або інших діаметрів. Монтується (звичайно) у стелях типу „армстронг” або в гіпсокартонних стінах. Дозволяє організовувати забір і роздачу повітря рівномірним факелом.

Переваги – дозволяє здійснювати рівномірний забір повітря з невеликих зон або з невеликих приміщень (або роздачу), має можливість регулювання витрати повітря, що видається, за допомогою обертання (вгвинчування або вигвинчування) центральної заглушки дифузора, може кріпитись безпосередньо до гнучкого повітроводу.

Недоліки – встановлення на гіпсовій стелі дуже важке, не дозволяє здійснювати забір великої кількості повітря (максимально до 250-350 м³/год дифузором діаметром 200 мм); для приєднання до металевих повітроводів необхідне застосування спеціальних переходів із гнучких повітроводів.

Решітки зовнішні РН



Рис. 4.4. Решітки зовнішні РН

Решітки призначені для подачі та видалення повітря в системах вентиляції. Конструктивно решітка РН складається із рами і нерухомо закріплених пластин, розташованих під кутом 45 градусів, які запобігають попадання опадів у систему вентиляції.

Решітка виготовляється з алюмінієвого профілю й пофарбована порошковою фарбою, як правило, в білий колір. Круглі вентиляційні решітки застосовуються, коли повітровід круглого перерізу виходить безпосередньо на вулицю.

Переваги – мають добрі водовідвідні властивості, малі втрати тиску, сталістю до забруднення.

Недоліки – неможливість перекрити прохід повітря навіть при необхідності, так як жалюзі закріплені жорстко.

Решітка зовнішня з електричним підігрівом РНп

За зовнішнім виглядом практично аналогічна решітці РН (див. рис. 4.4).

Призначена для встановлення в отворах для припливного і відпрацьованого повітря в системах вентиляції та кондиціонування повітря та повітряного опалення в таких умовах, коли утворення інею або льоду на решітці може заважати роботі системи вентиляції.

Обігрів здійснюється за допомогою нагрівачів, розташованих усередині S-подібних жалюзі.

На правій задній торцевій поверхні встановлена захищена від бризків розетка для виконання електричного підключення.

Нагрівальні елементи виготовляються двох варіантів підключення – 220 і 24 В.

Загальна теплова потужність складає 1500 Вт/ м² площі решітки.

При використанні нагрівачів на 24 В підключення ведеться через знижуючий трансформатор. Ступінь захисту - IP 44. При підключенні решітки необхідно приєднувати захисне заземлення.

Рекомендується звертати увагу на те, щоб нагрів решітки вмикався при увімкненому вентиляторі.

Решітки декоративні з сіткою РДС



Рис. 4.5. Решітки декоративні з сіткою РДС

Призначені для розподілу припливу і витяжки повітря в системах вентиляції, кондиціонування та повітряного опалення будь-яких типів: житлових помешкань, офісів, магазинів, виробничих приміщень і для запобігання попадання сторонніх предметів до системи вентиляції.

Конструктивно декоративні решітки РДС складаються з алюмінієвої рами і закріпленої в ній перфорованої оцинкованої сітки.

До комплекту решітки входить монтажна рамка, яка дозволяє спростити монтаж, а при необхідності зняти решітку для очищення і промивання.

Решітка перебіжна РП

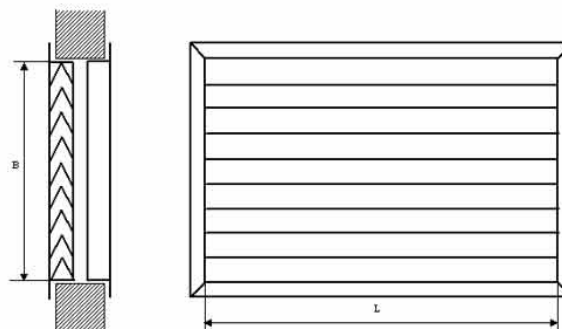


Рис. 4.6. Решітка перебіжна РП

Застосовуються як пристрої для перебігу повітря між приміщеннями, до звукоізоляції яких не висувають особливих вимог: у дверях ванних кімнат, шухляд, простінках суміжних приміщень. Решітки РП не пропускають світла.

Конструктивно решітка перебіжна РП складається із рами і жалюзі V-подібної форми, що закріплені нерухомо, і відповідної рами.

Зворотний клапан на витяжну систему вентиляції



Рис. 4.7. Зворотний клапан на витяжну систему вентиляції

Зворотний клапан на витяжну систему вентиляції запобігає проникненню холодного повітря в приміщення при відключенні витяжного вентилятора.

Решітка витяжна кухонна



Рис. 4.8. Решітка витяжна кухонна

Решітка витяжна кухонна з можливістю приєднання витяжки від плити і захистом від комах. Для приєднання гнучкого повітроводу служить спеціальний отвір у верхній частині решітки. Для захисту від проникнення комах витяжна сітка решітки додатково захищається дрібночарунковою сіткою.

Підбір решіток звичайно здійснюється за номограмами (рис. 4.9), спеціальними таблицями або за допомогою програм (рис. 4.10).

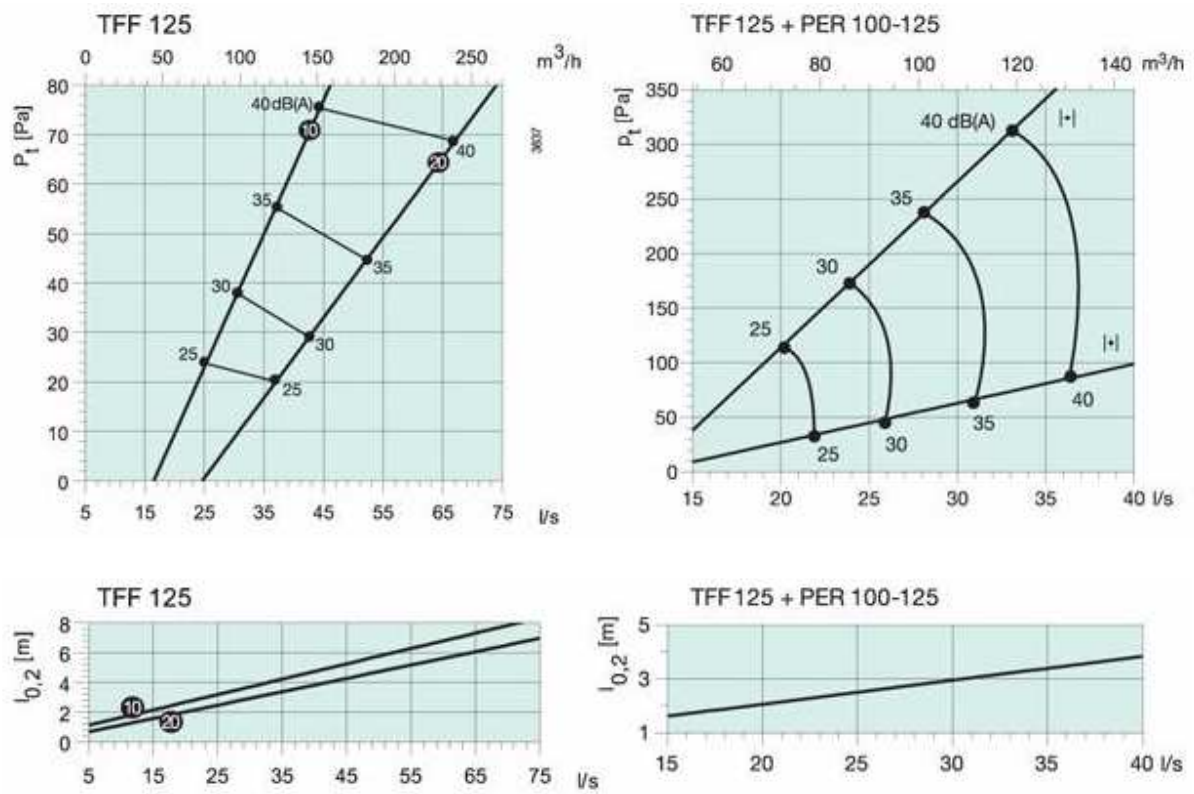


Рис. 4.9. Номограми для підбору повітророзподільників

ОСНОВНОЙ ПОДБОР	РАСШИРЕННЫЙ ПОИСК	
1. Ввести параметры Расход воздуха <input type="text" value="200"/> <input type="text" value="м3/ч"/> <input checked="" type="checkbox"/> Расширенный поиск	2. Выбрать тип ВРУ <input type="checkbox"/> Настенные <input checked="" type="checkbox"/> Потолочные <input checked="" type="checkbox"/> Встраиваемые в воздуховод	3. Указать доп. параметры Длина струи (мин) <input type="text" value="2"/> [м] Падение давл. (мин) <input type="text" value="10"/> [Па]

ПОИСК

Диффузор	Камера стат. давл.	Направление	Уровень звук. давл. LpA [дБ(А)]	Длина струи [м]	Падение давл. (мин) [Па]
TFF 125		Приток	36	5,7	50
TFF 160		Приток	25	3,7	16
TFF 160 (Зазор 30)	PER 125-160	Приток	37	3,1	60
TFF 200 (Зазор 30)	PER 160-200	Приток	25	2,4	24
TSK 125		Приток	25	2,7	12
TSK 160 (Зазор 30)	PER 125-160	Приток	37	2,2	33
TSK 200 (Зазор 30)	PER 160-200	Приток	25	2,1	12
TSO 160 (Зазор 30)	PER 125-160	Приток	33	2,5	33
TSO 200 (Зазор 30)	PER 160-200	Приток	25	2,4	11
TST 100		Приток	32	3,6	29
TST 125		Приток	25	3,1	12
TST 160 (Зазор 30)	PER 125-160	Приток	37	2,2	43

РАБОЧАЯ ТОЧКА

Найденные продукты:

Рис. 4.10. Програма для підбору вентиляційного обладнання фірми Systemair

5. АРМАТУРА В ІНЖЕНЕРНОМУ ОБЛАДНАННІ БУДІВЕЛЬ

Класифікація арматури за призначенням: трубопровідна (з'єднальна, фітинги); запірна; регулююча; запобіжна; водорозбірна; спеціальна.

Існують декілька типів умовного позначення арматури, до якого можуть входити: найменування (літера чи цифра), тип конструкції (літера чи цифра), призначення (літера), умовний діаметр (в мм), умовний тиск (в МПа), матеріал корпусу (літера), матеріал ущільнюючої поверхні (літера), спосіб нанесення покриття (літера).

Арматура може мати маркування на корпусі, як правило, це фірмовий знак виробника, величина робочого тиску, умовний діаметр, стрілка, що вказує напрям руху потоку.

Деяке поширення має класифікатор ЦКБА. Декотрі умовні позначення якого розглянемо коротко. Перша частина шифру: кран – 10 і 11, вентиль – 14 і 15, засувка – 30 і 31, ежектор – 40, запобіжний клапан – 17, редукційний клапан – 18, зворотний клапан – 19, клапан, що регулює тиск, витрату і рівень – 25, змішувач – 27 тощо.

Наприклад: 1) 15БЗК – 15 – вид виробу – вентиль, Б – матеріал корпусу – бронза, З – порядковий номер моделі, К – ущільнювач затвору із шкіри;

2) 30Ч6бк – 30 – вид виробу – засувка, Ч – матеріал корпусу – чавун, 6 – порядковий номер моделі, бк – ущільнюючі поверхні без кілець.

Матеріалом корпусу арматури, як правило, може бути сталь вуглецева (С), легійована (Л.С.), нержавіюча (НЖ), кислотостійка, чавун сірий (Ч) і ковкий (КЧ), латунь і бронза (Б), алюміній (А), пластмаса (П), фарфор (К), титан (ТН) та ін.

Матеріалом ущільнюючих поверхонь, як правило, є нержавіюча сталь, латунь, бронза, пластмаса, бабіт, шкіра, ебоніт та ін.

Співвідношення умовного діаметра D_y (мм) та відповідної трубної різьби арматури (дюйм) таке: 6 – G 1/4, 8 – G 1/4, 10 – G 3/8, 15 – G 1/2, 20 – G 3/4, 25 – G 1, 32 – G 1 1/4, 40 – G 1 1/2, 50 – G 2, 65 – G 2 1/2, 80 – G 3.

Арматура може мати привід: ручний маховиком, механічний (з циліндричною, конічною чи черв'ячною передачею), пневматичний, гідравлічний, електромагнітний, електричний.

Для труб і арматури в інженерному обладнанні будівель відрізняють умовний, пробний і робочий тиски.

Умовний – це максимальний надлишковий тиск при температурі середовища 20 °С, при якому припустима тривала робота арматури і деталей трубопроводу, що мають задані розміри, обґрунтовані розрахунком на міцність, котрі відповідають температурі 20 °С.

Пробний – це надлишковий тиск, при якому здійснюють гідравлічні випробування арматури і деталей трубопроводу на міцність й щільність водою при температурі від 5 до 70 °С. Граничне відхилення значення пробного тиску не повинно перевищувати $\pm 5\%$.

Робочий – це максимальний надлишковий тиск, при якому забезпечується заданий режим експлуатації арматури. Величина цього тиску крім інших факторів залежить від температури середовища і мата ріала виробу.

У відповідності з нормативною документацією, умовні тиски повинні відповідати наступному ряду МПа: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 160; 250.

Трубопровідна арматура (фітинги) призначена для з'єднання труб між собою та з приладами в різних інженерних системах.

До фітингів відносяться муфти, косинці, трійники, хрестовини, відводи, переходи, коліна, перехідні патрубки, згони, контргайки, ковпаки, заглушки, пробки, ніпелі, футорки та ін.

Фітинги виготовляють, як правило, зі сталі, чавуну, міді, латуні, бронзи, пластмаси.

Багато закордонних фірм виробляють найрізноманітніші з'єднувальні елементи для всіляких трубопроводів. В основі цих виробів закладена технічна ідеологія: з'єднувати будь-які труби без складних операцій, без попередньої нарізки чи зварювання.

Одним з основних виробів в різних модифікаціях є так званий „замковий з'єднувач” (чи з'єднувач „примофіт”). Принцип його дії у загальному вигляді такий. Труби, що з'єднуються, вставляються з двох боків у з'єднувач: з кожного боку в ньому є пристрій, призначений для забезпечення герметичного з'єднання з вставленою трубою. На кінці з'єднувача є муфта, що утримує кільце-замок з прокладкою. Сама муфта нагвинчується на з'єднувач на різьбі, яка є на його зовнішній поверхні. Зсередини муфта має скіс, який наповзаючи на кільце-замок, стискає його, до того ж рівномірно по усьому колу. Переріз кільця такий, що воно стискаючись, урізається в трубу, тим самим створюючи з нею герметичне з'єднання.

Сам з'єднувач і його кінцеві муфти – універсальні, а кільця бувають двох основних типів: для захоплення пластмасової труби та для металевої. Укладаючи до муфт необхідні кільця, можна з'єднувати труби в різних комбінаціях – металеву з металевою, пластмасову – з металевою, дві пластмасові труби між собою.

Кільце, призначене для пластмасової труби, на внутрішній поверхні має два виступи. По мірі закручування муфти, а значить і стискання кільця, виступи урізаються на незначну глибину в поверхню.

В принципі теж саме виникає і при захопленні металевих труб. Відмінність лише в деталях – тут герметизація здійснюється за рахунок незвичайної форми перерізу кільця: на внутрішній поверхні в ньому зроблена проточка, яка створює як би два зубоподібних виступи. При стисканні кільця воно розлігується, а гострі краї „зубців” міцно захоплюють металеву трубу. Вони також захищають при цьому поверхню труби в місці з'єднання. Ця головна ідея конструктивно ретельно

відпрацьована, є основною для виробництва різноманітних елементів трубопроводів – з'єднувачів будь-яких довжин і діаметрів, муфт, трійників, хрестовин, перехідників, заглушок та ін. Більшість з них можна використовувати багаторазово.

Окрім цього типу з'єднання виробляють інші пристрої в даній галузі. В їх числі – ізолюючий з'єднувач, що забезпечує цілковиту електричну незалежність двох частин металевого трубопроводу, зберігаючи при цьому його герметичність.

Значний інтерес викликають різноманітні ремонтні хомути і фланцеві з'єднувачі. Фланцевий з'єднувач дозволяє приєднувати пластмасові труби до металевих фланців в значному діапазоні – від 63 до 200 мм.

При ремонті трубопроводу можна вирізати пошкоджений відрізок труби і зварити на його місце новий. Але є інший спосіб – перекрити пошкоджену ділянку спеціальним ремонтним хомутом (3, 4, 6, 8, 10, 12 дюймів).

Запірна арматура призначена для відключення окремих ділянок трубопроводних мереж та окремих приладів.

До запірної арматури відносяться засувки, запірні вентиля, пробкові крани, кульові крани, спеціальні крани, поворотні дискові затвори.

До встановленої запірної арматури повинен бути забезпечений вільний постійний доступ експлуатуючого персоналу.

Засувки

Класифікація засувок: а) за матеріалом корпусу: чавунні (розраховані на умовний тиск 1 МПа), сталеві (розраховані на умовний тиск 2,5 МПа), латунні; б) за способом приєднання: фланцеві (знайшли найбільше поширення), різьбові; в) за конструкцією: паралельні, клинові; г) за приводом: з ручним, механічним, гідравлічним, пневматичним, електричним, електромагнітним.

Шпindel, як правило, має сальникове ущільнення, умовний діаметр $D_y=50\div400$ мм, масу від 20 до 300 кг.

Засувки можна встановлювати у будь-якому робочому положенні, окрім маховиком чи приводом вертикально донизу. Електропривод засувки може бути встановлений тільки вертикально догори і тільки у незатоплюваних місцях.

Перевагою засувок як запірної арматури є повільність ходу шпинделя, що унеможливує появу гідроудару. Недоліком є незначна герметичність конструкції ущільнення.

Запірні вентиля

Класифікація: а) за матеріалом корпусу: чавунні, сталеві, латунні, бронзові; б) за способом приєднання: муфтові, фланцеві; в) за конструкцією: з перпендикулярним шпинделем, з неперпендикулярним шпинделем (вентиль „Косва”).

Шпindel, як правило, має сальникове ущільнення, умовний діаметр $D_y=15\div80$ мм.

Перевагою запірних вентилів є можливість регулювати витрати потоку, а недоліком – значні втрати тиску в цій арматурі. Ця обставина призводить до того,

що запірні вентиля доцільно використовувати для невеликих умовних діаметрів і при значному тиску.

Пробкові крани

Класифікація: а) за матеріалом корпусу: чавунні, сталеві, латунні, бронзові; б) за способом приєднання: фланцеві, муфтові, цапкові; в) за конструкцією: сальникові прохідні (пробка притискується до корпусу крана тиском сальникової букси), натяжні (пробка придавлюється гайкою на хвостовику); г) за наявністю змащення: зі змащенням, без змащення.

Пробкові крани мають умовний діаметр $D_y=15\div 100$ мм.

Для підвищення герметичності поверхні контакту пробки і корпусу, корозійно стійкості, легкості повороту пробки, зниження зносу використовують змащення. Мاستило розміщене у спеціальних канавках пробки.

Перевагами пробкових кранів є значні герметичність і швидкодія, а недоліками – важкість плавного регулювання потоку, при значних витратах і тиску підвищується ймовірність гідроудару.

Пробкові крани можна використовувати тільки при напорах не більше 10 м вод. ст. Латунні та бронзові крани доцільно встановлювати у випадках їх частого використання. Чавунні пробкові крани мають незначне поширення. Сталеві пробкові крани (КС) застосовують у випадках значних напорів (1,6; 4; 6,3 МПа), вони можуть мати ручний (КСР) чи пневматичний (КСП) привід.

Враховуючи те, що пробкові крани мають значну герметичність та надійність, вони, як правило, застосовуються в системах газопостачання, рідше – у системах водопостачання.

Кульові крани

Вони мають два способи з'єднання з трубопроводами: муфтовий (різьбовий) і фланцевий. Кульові крани з номінальними діаметрами 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100 мм, як правило, мають різьбове з'єднання і розраховані на максимальну температуру 120 °С. Кульові крани з номінальними діаметрами 50, 65, 80, 100, 125, 150 мм, як правило, з'єднуються за допомогою фланців і розраховані на максимальну температуру 150 °С.

Фланцеві кульові крани, як правило, розраховані на робочий тиск 1,6 МПа, а різьбові – на 1,6; 2; 2,5; 3 МПа (залежно від діаметра крана).

Регулююча арматура

Призначена для підтримання в мережі тиску, витрати, температури на рівні, який забезпечує роботу системи в оптимальному режимі.

Регулююча арматура в системах холодного водопостачання:

1) Для центральної стабілізації напору:

а) Чавунні фланцеві важільні регулятори тиску прямої дії, що автоматично підтримують тиск води в трубопроводі перед регулятором (регулятор типа „до себе”, клапани під сідлами, тип 21Ч12НЖ) чи в трубопроводі після регулятора (регулятор типа „після себе”, клапани над сідлами, тип 21Ч10НЖ). Технічні характеристики – тиск не більше 1,6 МПа, температура не більше 300 °С, умовний

діаметр D_y 50, 80, 100, 150. Основним елементом цих регуляторів є мембранна голівка, яка з'єднана імпульсною трубкою з трубопроводом до клапана (тип „до себе”), за клапаном (тип „після себе”). Налаштування регулятора здійснюється за допомогою зйомних чи пересувних ваг на важелі. Регулятор тиску для водопровідного вводу підбирають виходячи з мінімального надлишкового тиску на вводі та добових витрат води в ньому.

Надлишковий тиск – це різниця між максимальним і мінімальним тиском на вводі.

б) Пружинний регулятор тиску „після себе” фланцевий типу 18Ч26р у декількох варіантах (залежно від меж регулювання тиску); умовний діаметр D_y 25, 50, 80, 100, 125, 150 мм. Перевагою цього регулятора є відсутність імпульсної трубки, що спрощує конструкцію і підвищує надійність.

2) Для стабілізації напору безпосередньо на підводках до водорозбірної арматури використовують квартирні регулятори тиску. Принцип дії: при підвищенні тиску в камері за завантаженим золотником регулятора мембрана прогинається догори і зв'язаний з нею золотник прикриває прохідні отвори, внаслідок чого доступ води до мережі за регулятором зменшується. Якщо тиск за регулятором знижується, золотник опуститься і доступ води до мережі збільшиться. Регулятор має вентильну голівку, що дає можливість використовувати його замість квартирної вентилі.

Регулююча арматура в системах гарячого водопостачання та опалення

Для якісного і кількісного регулювання використовують:

1) Кран подвійного регулювання різьбовий латунний встановлюють у приладів однокотлових водяних систем опалення з замикаючими ділянками для регулювання тепловіддачі приладів. Існують два типи цих кранів: КРДП-15 ($D_y=15$ мм) і КРДП-20 ($D_y=20$ мм). Технічні характеристики: довжина 50 і 60 мм відповідно, маса 0,2 і 0,3 кг відповідно, температура середовища до 150 °С, умовний тиск 1 МПа.

2) Кран подвійного регулювання КДР різьбовий встановлюють для регулювання водяних систем опалення однокотлових чи двокотлових з низьким гідравлічним опором. Типи КДР-15 і КДР-20 розраховані на температуру середовища до 130 °С, умовний тиск 0,6 МПа.

3) Кран регулюючий дросельний КРД різьбовий призначений для регулювання двокотлових водяних систем опалення підвищеного гідравлічного опору з умовним діаметром D_y 15 і 20 мм. Кран має різні номери залежно від діаметру сопла.

4) Кран регулюючий триходовий КРТ різьбовий використовується в однокотлових водяних системах опалення з незміщеними замикаючими ділянками. Регулювання здійснюється в діапазоні від повного припинення подачі теплоносія до опалювального приладу і пропускання усієї води по стояку через замикаючу ділянку до пропускання всієї води зі стояка через опалювальний прилад повз

замикаючу ділянку. Кран виробляють з випуском у правому і лівому виконаннях з умовними діаметрами D_y 15 і 20 мм.

5) Регулятор витрати і тиску типа УРРД двох видів – „після себе” і „до себе”. Величину регулювання перепаду тиску встановлюють за рахунок натягання пружини настройки, а також за рахунок використання пружин різної жорсткості. Технічні характеристики: температура середовища до 180 °С, умовний діаметр D_y 25, 50, 80 мм, витрати 6, 25, 60 м³/год відповідно.

6) Регулятори витрати і напору типа РР і РД прямої дії, односедельні. Вони можуть використовуватись як у якості регуляторів перепаду тиску (витрати) і тиску „до себе” (напору), так і у якості регулюючих клапанів у схемах регулювання температури води в системах гарячого водопостачання разом з датчиком ТРБ-2. Технічні характеристики: РД (чи РР)-25, РД (чи РР)-40, РД(РР)-50, РР-80, РР-100; умовний діаметр D_y 25, 40, 50, 80, 100 мм відповідно, рекомендовані витрати води відповідно 0-2,2; 2,2-4; 4-8; 8-25; 25-80 м³/год.

7) Термореле біметалеве ТРБ-2 разом з регулюючим клапаном витрати типа РР використовується у ЦТП для регулювання температури води у закритих системах гарячого водопостачання. Чутливим елементом реле є біметалеві пластини, які під впливом температури вигинаються, тим самим змінюючи положення регулюючої заслінки відносно сопла і, відповідно, величину командного тиску на гідравлічний регулюючий клапан. Біметалеві пластини розміщені у герметичній латунній гільзі, що встановлена у потік гарячої води. Настройку приладу на завдану температуру здійснюють обертанням гвинта настройки.

8) Датчик температури типа ТМП призначений для регулювання температури гарячої води і працює разом з регулюючими клапанами УРРД для автоматизації закритих систем гарячого водопостачання чи з клапанами змішування для автоматизації відкритих систем. Діапазон регулювання від 10 до 150 °С.

9) Регулятор температури блочного типу РТБ призначений для автоматичного регулювання температури води у відкритих системах гарячого водопостачання, він компонується в одному блоці з датчиком температури типа ТМП та з виконавчими пристроями. Діапазон настройки від 10 до 150 °С.

10) Регулятори температури води типів РТ і РПДП використовуються у закритих системах гарячого водопостачання.

Регулятор температури прямої дії типа РТ містить термосистему, що заповнена толуолом, і односедельний розвантажувальний клапан з сильфонним приводом. Термобалон занурений у середовище, що регулюється. У випадку змінення температури середовища змінюється об'єм рідини, яка заповнює термосистему, положення сильфона привода і, відповідно, жорстко зв'язаного з ним регулюючого пристрою. Настройка регулятора на потрібну температуру гарячої води здійснюється за рахунок зміни об'єму термосистеми шляхом зміни положення сильфона настройки, який розміщений у термобалоні.

Регулятор температури типа РПДП (відмінно від типа РТ) має двосідельний регулюючий орган і не має вузла розвантаження. Прилад виробляється вже відрегульованим на робочий хід у діапазоні температур, вказаних в таблиці регулятора. При збільшенні температури гарячої води регулюючий клапан прикривається. Регулювання приладу здійснюється підтискуванням пружини, що підпирає сильфонний привід регулятора.

Для встановлення термобалонів регуляторів типів РТ і РПДП у трубопроводі невеликого діаметра до них врізають спеціальні розширювачі, до яких встановлюють термобалони.

Таблиця 5.1. Технічні характеристики регуляторів температури типів РТ і РПДП

Модель	РТ-15	РТ-20	РТ-25	РТ-40	РТ-50	РТ-80	РПДП-25	РПДП-40	РПДП-50
Умовний діаметр D_y , мм	15	20	25	40	50	80	25	40	80
Витрати води, $m^3/год$	2,5	4	6	16	25	60	10	25	40
Умовний тиск P_y , МПа	1					0,6	1,6		
Діапазон настройки, $^{\circ}C$	20-60, 40-80, 60-100, 80-120, 100-140, 120-160, 140-180						30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80 і т.д. до 180		

11) Регулятор температури води призначений для регулювання температури води у відкритих системах гарячого водопостачання. Регулятор встановлюють у точці змішування потоків прямої та зворотної води. Зворотна вода через нерегульований прохідний переріз безпосередньо надходить у систему гарячого водопостачання. Вода, що подається, підмішується через регульований прохідний переріз. При зміні температури змішаної води (у камері змішування) змінюється об'єм рідини (бензол, спирт), що заповнює сильфон, і клапан сильфона змінює кількість води з подавального трубопроводу, що підмішується.

Настройку регулятора на задану температуру здійснюють обертанням гвинта регулювання.

Технічні характеристики: умовний тиск $P_y=1,6$ МПа, температура води у подавальному трубопроводі не більше $150^{\circ}C$, діапазон настройки від 55 до $75^{\circ}C$, точність підтримання температури, що регулюється $\pm 3^{\circ}C$, габарити $260 \times 260 \times 120$ мм, маса 3 кг.

В системах газопостачання для регулювання об'єму і тиску газу широко застосовуються регулятори тиску, які є зв'язуючою ланкою між мережами середнього і низького тиску чи газобалонною установкою і газовим приладом. В

системах окремих будинків чи груп невеликих будівель використовують регулятори тиску газу типів РД-32М і РД-50М, а для зниження високого ($1\div 1,6$ МПа) тиску скрапленого балонного газу до низького (0,003 МПа) використовують регулятори тиску типів РДГ, РДСГ та ін.

Запобіжна арматура призначена для захисту інженерних систем від аварій. До неї відносяться зворотні, запобіжні, приймальні клапани, фільтри для осаду сітчасті.

Зворотні клапани призначені для пропускання речовини тільки в одному напрямку. Класифікація зворотних клапанів: а) за матеріалом корпусу – чавунні, сталеві, латунні; б) за способом з'єднання з трубопроводами – муфтові (різьбові) і фланцеві; в) за конструкцією – підіймальні та поворотні. Зворотні клапани з умовними діаметрами 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100 мм, як правило, з'єднуються за допомогою муфт і розраховані на максимальну температуру рідини 120 °С, а з умовними діаметрами 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300 мм з'єднуються за допомогою фланців і розраховані на максимальну температуру 150 °С. Зворотні клапани обов'язково мають позначення на поверхні корпусу у вигляді стрілки, що вказує напрям потоку.

Запобіжні клапани використовують для захисту інженерних систем і мереж від аварій у випадку перевищення тиску вище допустимого значення і встановлюють на трубопроводах чи обладнанні. Класифікація запобіжних клапанів: а) за матеріалом корпусу – чавунні, сталеві; б) за способом з'єднання – фланцеві (найбільш поширені) і муфтові; в) за конструкцією – важільно-вантажні (найбільш поширені) і пружинні.

Фільтри для осаду сітчасті мають два способи з'єднання з трубопроводами. Фільтри з умовними діаметрами 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100 мм з'єднуються, як правило, за допомогою муфт і розраховані на максимальну температуру 120 °С, а з умовними діаметрами 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300 мм з'єднуються за допомогою фланців і розраховані на максимальну температуру 150 °С.

Водорозбірна арматура використовується в системах внутрішнього водопроводу, відрізняється значною різноманітністю і включає власне водорозбірну, туалетну, змивну, змішувальну і протипожежну арматуру.

Водорозбірна арматура, як правило, має декоративне і захисне покриття. До водорозбірної арматури належать різні крани (водорозбірні, пожежні, туалетні, змішувальні, поливні), поплавкові клапани (проти тиску води, потужного тиску) та ін. За розміщенням водорозбірна арматура є настінна та настільна. Для систем господарсько-питного водопроводу арматура виготовляється на робочий тиск 60 м вод. ст., а для протипожежних та об'єднаних систем протипожежного і господарсько-питного водопостачання – 90 м вод. ст.

Класифікація власне водорозбірної арматури за принципом роботи засувочних органів: вентильна, золотникова, шайбова та ін. Найбільшого поширення набула водорозбірна арматура вентильного типу, основним конструктивним елементом якої є тарілчастий клапан. Перевагами усієї конструкції є простота і

технологічність, можливість поступова змінювати витрати води, що унеможливорює появу гідроудару, а суттєвим недоліком – низькі експлуатаційні показники.

В останній час значного поширення набули термостатичні змішувачі прямої дії для автоматичного підтримування температури гарячої води. Основними елементами термостатичних змішувачів, як правило, є корпус, золотник, камери для води, біметалеві пластини (заповнені рідиною чи газом з великим коефіцієнтом об'ємного розширення), рукоятка настройки. Термочутливими елементами можуть бути спіралі, сильфони, диски, пружини. Основними виробниками сучасних високоякісних термостатичних змішувачів є фірми Іспанії, Італії, Швейцарії, Швеції, Фінляндії.

До *спеціальної арматури* відносяться збірники повітря, відвідники повітря, збірники конденсату, відвідники конденсату, випуски для скидання води при промиванні та ремонті трубопроводів, елеватори, дросельні шайби і втулки, компенсатори, гідрозатвори, футляри та ін.

Відомими виробниками високоякісної арматури для інженерних систем будівель є європейські фірми „Данфосс”, „Герц”, „HEIMEIER”, „NAVAL”, „BROEN”, „EFAR” та ін.

Розглянемо більш докладно терморегулюючу і запірну арматуру фірм „Данфосс” і „Герц Арматурен”.

Терморегулююча арматура фірми „Данфосс” (Данія)

Одним із світових лідерів з виробництва високоякісного енергозберігаючого обладнання протягом значного часу є компанія „Данфосс”. Комплект обладнання цієї компанії дозволяє комплексно вирішувати проблеми автоматизації та обліку теплоти в системах теплопостачання, забезпечити точне підтримання комфортної температури в приміщеннях, спростити регулювання і експлуатацію систем.

До комплекту енергозберігаючого обладнання, як правило, входять: радіаторні терморегулятори (для одно- і двотрубних систем опалення); автоматичні балансуєчі клапани, що забезпечують оптимальний розподіл теплоносія по стояках і нормальне функціонування системи опалення, конструкції призначені для одно- і двотрубних систем опалення і відрізняються простотою настройки і відсутністю необхідності пере настройки при зміні системи; лічильники теплоти; автоматичні регулятори для теплових пунктів (електронні регулятори температури з погодинною кореляцією, клапани з електроприводом, регулятори температури та тиску прямої дії), що легко встановлюються і практично не потребують технічного обслуговування; запірно-регулююча арматура у широкому спектрі.

Розглянемо більш докладно радіаторні терморегулятори „Данфосс”, які є одними з ключових приладів для забезпечення енергозбереження і теплового комфорту в приміщеннях.

Вони відзначаються надійністю, довговічністю (строк служби більше 20 років), широтою застосування, зручністю монтажу, температурною сталістю.

Конструкція дає можливість попередньої настройки витрат теплоносія, що дозволяє здійснювати гідравлічну настройку системи опалення після монтажу.

Радіаторні терморегулятори „Данфосс” автоматично підтримують задану споживачем температуру повітря в приміщенні, для цього його необхідно встановити на необхідну температуру (у діапазоні, як правило, від 6 до 26 °C). Це забезпечує заданий рівень комфорту та економію теплоти на опалення до 20 %.

Основні елементи радіаторного терморегулятора: корпус клапана, конус клапана, сопло, дроселюючий циліндр, кільце для ущільнення, натиску вальний штифт, обмежувальні кільця, термостатичний датчик, сильфон, шкала настройки, пружина для настройки.

Радіаторні терморегулятори „Данфосс” представлені в різноманітному конструктивному виконанні клапанів і термостатичних елементів.

Існують клапани для одно- (типу RTD-G) і двотрубних (типу RTD-N) систем опалення, прямої та кутової конфігурації, для нижнього і стінового підключення радіаторів, латунні та нікелеві.

Термостатичні елементи представлені у стандартному виконанні, з обмеженням максимальної температури, з виносними датчиками та з виносним регулюванням.

Регулювання температури повітря в приміщенні відбувається шляхом зміни витрати теплоносія через опалювальний прилад, яка здійснюється за рахунок пересування штоку клапана сильфоном. Сильфон заповнений спеціальною сумішшю газів, які автоматично змінюють свій об'єм навіть при незначній зміні температури повітря, що оточує сильфон.

Речовина, що заповнює термостатичний елемент терморегулятора, має велими суттєве значення. Газонаповнені сильфони мають значний хід штоку клапана. Вони забезпечують максимальний приріст робочого об'єму сильфону, тому й робочий хід штоку клапана на 1 °C. При зниженні температури на 1 °C відносно заданої на термостатичному елементі конус клапана з газовим наповнювачем підіймається вище, ніж у випадку з рідиною, мастилом чи парафіном.

Більший хід штоку клапана на 1 °C дає більш точні характеристики регулювання й більшу пропускну здібність клапана, а також забезпечує менше засмічення клапана.

Довговічність і температурна сталість визначають проміжок часу, протягом якого терморегулятор буде стабільно працювати з заданою точністю, без самочинного зміщення температурної настройки і без погіршення функціональних характеристик. Слід відмітити, що при конструктивному виконанні чутливого елемента у вигляді сильфону тертя між частинами, що рухаються, зведено до мінімуму, що збільшує довговічність та стабільність терморегулятора у порівнянні з поршневыми.

Попередня настройка може бути обрана в діапазоні цифр на кільці насадки від 1 до 7 з кроком 0,5, що дає можливість задавати 14 різних значень для кожного клапана.

Радіаторний терморегулятор „Данфосс” є антивандальним пристроєм. Захист від несанкціонованого зняття та пошкодження термостатичного елемента, а також від зміни встановленої настройки витрати теплоносія можна здійснити декількома способами. Перший – кільце попередньої настройки сховане під встановленим термостатичним елементом і не проглядається; щоб не припустити зняття термостатичного елемента використовується потайний гвинт в з’єднувальній гайці, котрий неможливо демонтувати без спеціального інструменту. Другий – використання спеціального пластикового кільця, що фіксує попередню настройку і є одночасно охоронною пломбою. Ці два способи можна використовувати як разом, так й окремо.

Можливість заміни сальника без зливу води з трубопроводу є вимогою Євростандарту EN 215. Заміна сальника радіаторного терморегулятора „Данфосс” виконується викручуванням його з корпусу клапана за допомогою спеціального інструменту. Загалом, сальник змінюється один раз на десять років.

Існує спеціальна версія терморегуляторів „Данфосс”, яка адаптована для ринків держав Східної Європи. Це викликано, в першу чергу, низькою якістю теплоносія. Крім того, західноєвропейське опалювальне обладнання не завжди можна використовувати в Україні без урахування її специфіки. Тому є важливим, щоб опалювальна техніка була адаптована до умов експлуатації конкретної країни.

Терморегулююча та запірна арматура фірми „Герц”

Одним з виробників високоякісної арматури інженерних систем будівель є фірма „Герц” (Австрія). До комплекту арматури, як правило, входять: термостатичні головки; термостатичні клапани; вентилі ручні регулюючі; вентилі балансові; вентилі для запирання; вентилі зворотної підводки; засувки; гарнітур підключення до радіатора; вузли підключення; гребінки розподільчі; фільтр.

Існують наступні конструкції термостатів: Герц-Термостат, Герц-Дизайн-Термостат, Герц-Дизайн-Термостат „Міні”, Герц-Термостат з дистанційним керуванням, Герц-Дизайн-Термостат з дистанційним керуванням, Герц-Термостат з виносним датчиком дистанційного керування, Герц-Термостат у масивному виконанні (з захистом від вандалізму, крадіжки, некомпетентного втручання, монтаж і демонтаж можливі лише за допомогою спеціального інструменту), електронний Герц-ЕТК.

Термостатичні головки сумісні з усіма клапанами „Герц”, мають рідинні датчики з обмеженням і блокуванням діапазону регулювання, з морозозахистом -6 °С. Діапазон регулювання температури повітря в приміщенні від 6 до 28 °С.

Термостатичні головки виконуються у двох моделях: „STANDART” (класична), „DESIGN” (модерн).

Термостатичні клапани „Герц” є надійними, довговічними, естетичними, зручні в монтажі, точними в регулюванні.

Існують такі види термостатичних клапанів: для двотрубних систем опалення Герц-TS-90 (DN 15, 20, 25 мм) і Герц-TS-90-V (DN 15, 20 мм) з попередньою настройкою; для однокотлових систем опалення Герц-TS-E (DN 15, 20, 25 мм); триходові CALIS-TS (DN 15, 20 мм); чотирьохходові.

Термостатичні чотирьохходові клапани існують з одно місцевим підключенням „знизу” – модель Герц VUA-40 (DN 15 мм) і „знизу-збоку” – модель Герц-VTA-40 (DN 15 мм). Ланцетна трубка встановлюється безпосередньо в опалювальний прилад. Можливе виконання клапана як для однокотлових, так й для двотрубних систем водяного опалення. Існують дві конструкції клапана – прохідний і кутовий для можливого приєднання „знизу” чи „із стіни”. Радіаторний з’єднувач разом з трубою виконаний з ущільненням по площі, що значно спрощує монтаж. Можливе з’єднання з каліброваними трубами з м’якої сталі, міді чи пластмаси. Гвинт для запирання і регулювання разом з гідравлічною настройкою робить можливим запирання опалювального приладу. При закритому клапані можливий демонтаж приладу без зливу води в системі опалення.

Гарнітур підключення до радіатора Герц-2000 використовується для точного регулювання і оптимального розподілу теплоносія через радіатор з метою забезпечення комфорту і економного використання теплоти. Декілька окремих елементів створюють багато комбінацій для кожної області використання в одно- і двотрубних системах опалення. Герц-2000 складається з термостатичного клапана Герц-TS, з’єднувальної трубки і байпаса. Термостатичні клапани існують в різному конструктивному виконанні – прохідні, кутові, триосьові нікельовані. Довжина з’єднувальної трубки може бути призначена відповідно до висоти радіатора. Гарнітур підключення встановлюється з одного боку радіатора, термостатичний клапан – зверху, байпас – знизу. Гарнітур легко приєднується до радіатора за допомогою з’єднувачів. Залежно від моделей приєднання до труб забезпечується за допомогою трубного з’єднувача для каліброваних труб з м’якої сталі, міді чи пластмаси.

В моделі для однокотлових систем розподіл витрат теплоносія здійснюється таким чином: 50 % до радіатора, 50 % через байпас.

Модель для двотрубних систем за допомогою гвинта для регулювання і запирання дозволяє виконувати регулювання витрати теплоносія.

Сідло запираючого конуса виготовлене з металевим ущільненням, що гарантує просте технічне обслуговування. Ущільнення шпинделя термостатичного клапана виконане у вигляді гумового кільця.

Вузол підключення Герц-3000 призначений для приєднання радіаторів з вмонтованими клапанами і для радіаторів з підключенням „знизу” в одно- чи двотрубних системах опалення. Вузол підключення Герц-3000 виготовляється у декількох модифікаціях: а) з байпасом, настройкою, запиранням, зливом і наповненням; б) двобоким запиранням, зливом і наповненням; в) з двобоким

запиранням; г) з вмонтованим термостатичним клапаном для радіаторів з підключенням „знизу”. Існують також і окремо підключаємі вентиля Герц-3000 у двох виконаннях: а) з запиранням, зливом і наповненням; б) з настройкою, запиранням, зливом і наповненням.

Усі елементи вузла підключення Герц-3000 нікельовані. Системи виготовляються у прохідній і кутовій формі, що дає можливість підключення трубопроводів „знизу” чи „із стіни”. Радіатор приєднується за допомогою накидних гайок з ущільненням по площині чи ніпелем. Окремо підключаємі вентиля мають радіаторні з'єднувачі, які вгвинчуються безпосередньо в опалювальний прилад. Можливе приєднання до каліброваних труб з м'якої сталі, міді чи пластмаси. Моделі з універсальними муфтами для приєднання до труб з різьбою виконані у вигляді затискувачів. Бай пас можна за допомогою регулюючого шпінделя перенастроїти з режиму роботи в однострубній системі на режим роботи в двотрубній системі. Витрата теплоносія через радіатор коливається від 30 % до 50 % загального потоку. Сідло регулюючого шпінделя виконане з металевим ущільненням, а з зовнішнього боку ущільнення виконане у вигляді гумового кільця. Це гарантує надійне і легке технічне обслуговування. У моделях з можливістю зливу і наповнення злив відкривається при закритому гвинті муфти підключення шланга.

Розглянемо іншу арматуру фірми „Герц”.

Таблиця 5.2. Арматура Герц

Назва	Ручний регулюючий клапан		Клапан балансовий	
Модель	Герц-AS-T-90	Герц-GP	Герц-Штремакс-М	Герц-Штремакс-GM
Різьба	3/8"÷3/4"		1/2"÷3"	
Призначення	В системах опалення для простого і точного регулювання	В системах опалення для точного регулювання витрат теплоносія через опалювальний прилад	Для точного гідравлічного балансування в системах опалення	
Виконання	В прохідній та кутовій формі, нікельовані		З чи без вимірювальних клапанів, на яких за допомогою визначення перепаду тиску знаходиться витрата теплоносія через клапан	

Шпindelь	Золотник виконаний з металевим ущільненням, що гарантує надійність і довговічність. Ущільнення шпинделя у вигляді гумового кільця, що гарантує доступність у випадку заміни і простоту в обслуговуванні		Шпindelь скісний, віджимний, виконаний з кільцевим ущільненням	Шпindelь прямий. Головний шпindelь не підіймається. Шпindelь настройки має ущільнення у вигляді зведеного кільця
Настройка	Дросельний конус, що знаходиться усередині, регулюється шпинделем настройки. Повний хід шпинделя гарантує точність регулювання витрат теплоносія	Досягається обмеженням підйому шпинделя за допомогою спеціального гвинта, розташованого під маховиком	Досягається обмеженням підйому шпинделя	Досягається обмеженням ходу внутрішнього шпинделя настройки. Значення настройки рахується у віконці маховика

Ручні регулюючі вентиля мають з'єднувач типу „сфера-конус”, що дає можливість прямого підключення до опалювальних приладів без використання згонів. Можливе приєднання до труб з різьбою за допомогою комплекту затискувачів до каліброваних труб з м'якої сталі чи міді. Моделі вентилів з зовнішньою різьбою дозволяють виконувати пряме приєднання до пластмасових труб.

Таблиця 5.3. Арматура Герц

Назва	Вентилі запірні			Засувка
Модель	Герц-Штремакс-G	Герц-Штремакс-D	Герц-Штремакс	Герц
Різьба	1/2"÷3"			
Призначення	Для систем водо-, тепло-, холодопостачання			
Виконання	Виконані з чи без отворів. Два отвори використовуються для встановлення зливної арматури			

Шпindelь	Прямий, не підіймається. Ущільнення у вигляді здвоєного кільця	Скiсний, не підіймається. Ущільнення у вигляді здвоєного кільця	Скiсний, підіймається. Ущільнення у вигляді еластичного сальника з чистого графіту	Прямий, підіймається. Ущільнення у вигляді еластичного сальника з чистого графіту
----------	--	---	--	---

Засувка Герц двопластинчаста з точно обробленими поверхнями з ущільненням. Герметизація при запиранні досягається стисканням двох пластин при відсутності ковзання ущільнюючих площин.

Вентилі зворотної підводки (DN 15, 20 мм) існують двох типів: RL-1 і RL-5 (з попередньою настройкою).

Гребінки розподільчі Герц являють собою комплект дво- і трипроменевих розподільників з DN 25 і 32 мм.

Фільтр Герц сітчастий стаканом донизу (1/2"÷3") використовується в системах водо-, тепло-, холодопостачання і може бути встановлений горизонтально чи вертикально залежно від напрямку потоку. Корпус фільтра латунний, сітка з нержавіючої хромонікелевій сталі з розміром вікна 0,4 мм і 0,75 мм. Існують моделі фільтра зі змивним кульовим краном для виконання 1/2" і 3/4". Якщо відкрити різьбову заглушку фільтра, можна легко здійснити очистку сітчастого фільтра в тій частині системи, з якої попередньо злита вода.

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЦЕНТРАЛЬНИХ ТЕПЛОВИХ ПУНКТІВ

Для безперервного і надійного постачання споживачів тепловою енергією та гарячою водою важливе значення мають системи автоматизації. **Декомпозиція систем автоматизації** виконана відповідно до **декомпозиції системи централізованого теплопостачання**. Автоматичне керування усіма ланками системи централізованого теплопостачання (СЦТ) повинно здійснюватися комплексно: **на джерелі теплової енергії (ТЕЦ або районні котельні), магістральних теплових мережах, в центральних теплових пунктах (ЦТП), в індивідуальних теплових пунктах (ІТП), а також індивідуально поруч з приладами опалення**. Автоматизація системи централізованого теплопостачання спричиняє підтриманню заданих гідравлічних і теплових режимів в різних її місцях, зокрема – підтриманню заданої температури в помешканнях, що опалюються. Розглянемо системи автоматичного контролю, технологічної сигналізації і керування параметрами технологічних процесів однієї ланки системи централізованого теплопостачання відповідно до її декомпозиції, зокрема ЦТП.

У ЦТП повинні бути реалізовані **системи автоматичного групового керування параметрами** в тих випадках, коли від ЦТП відходять окремі розвідні теплові мережі на опалення групи будівель. При цьому **основними системами є: система автоматичного керування температурою теплоносія** після змішування за температурним графіком опалення; **система автоматичного керування температурою гарячої води** на потребу гарячого водопостачання, **система автоматичного керування витратою теплоти** на повітряпідігрівачі систем вентиляції, **системи автоматичного керування перепадом (різницею) тиску** в подавальному і зворотному трубопроводах окремих розвідних теплових мереж для запобігання гідравлічного розкерування розподільних теплових мереж (поперед ЦТП).

У ЦТП при залежному приєднанні систем опалення (як для м. Харків) повинні бути реалізовані **системи автоматичного контролю:**

температури теплоносія: в подавальному і зворотному трубопроводах розподільної теплової мережі; в подавальному і зворотному трубопроводах окремих розвідних теплових мереж;

температури гарячої води на потреби гарячого водопостачання;

окрім того при незалежному приєднанні систем опалення – **температури теплоносія** поперед кожної системи опалення та після них;

тиску теплоносія: в подавальному і зворотному трубопроводах розподільної теплової мережі; в подавальному і зворотному трубопроводах окремих розвідних теплових мереж;

тиску води: холодної – на вводі міського водопроводу в ЦТП і виводі із ЦТП; **гарячої** – на подавальному трубопроводі на потребу гарячого водопостачання; **циркуляційної** – поперед та після циркуляційних насосів гарячої

води.

Окрім того при незалежному приєднанні систем опалення – **тиску теплоносія** поперед кожної системи опалення та після них;

витрати теплоносія: в зворотному трубопроводі розподільної теплової мережі;

витрати холодної води: на вводі міського водопроводу в ЦТП і виводі із ЦТП; на приготування гарячої води.

У випадку, коли значення перелічених параметрів виходить за межі значень, що передбачені технологічним регламентом, повинні бути реалізовані **системи технологічної оптичної** (світлової) та/або **акустичної** (звукової) **сигналізації**.

Декомпозиція систем автоматизації СЦТ сприяє запровадженню якісного керування відпуском теплоти, яке можливе лише при використанні декількох ступенів систем автоматичного керування: центрального, групового, місцевого, пофасадного і індивідуального. При цьому зазначені ступені не протиставляють, а доповнюють один другого. На кожному попередньому ступені керування змінюється частина збурюючих впливів, а тому полегшується робота наступних ступенів. Слід пам'ятати, що в конкретних системах теплопостачання деякі ступені автоматичного керування можуть бути відсутні.

Далі розглянемо розробку функціональних схем автоматизації технологічних процесів (ФСА ТП) ЦТП за **однаковою методикою**:

короткий опис (або посилання на літературу) технологічного процесу, для якого повинна бути розроблена ФСА ТП;

опис функцій, які треба реалізувати;

обґрунтування застосованих сучасних контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації (КВП та ЗА) в тому числі і мікропроцесорних контролерів (МПК) (при необхідності) для реалізації функцій;

повна назва систем автоматичних контролю параметрів технологічного процесу і **керування** параметрами технологічного процесу.

Для ЦТП найбільш запроваджені ФСА ТП групового керування відпуском теплоти.

Ці ФСА ТП практично виключають можливість вертикального розкерування систем опалення при значних скороченнях витрати теплоносія із мережі. Найчастіше застосовують систему автоматичного керування (САК) температурою змішаного теплоносія після ЦТП (відхилення цієї температури від температурного графіку опалення) з керуючими впливами за зміну витрат теплоносія із мережі в залежності від температури зовнішнього повітря (збурення цієї температури). Тобто реалізують комбінований принцип керування (за відхиленням і збуренням) за ПІ – законом керування. Іноді замість первинного перетворювача для вимірювання температури зовнішнього повітря застосовують первинний перетворювач для вимірювання метеорологічних умов (метеоумов), що являє собою спеціальний термоперетворювач опору мідний, який поміщають в камеру, що знаходиться в зовнішній стіні будівлі. Зовні камера закрита прозорою

кришкою з отворами для проникнення сонячної радіації та вітру, тобто такий термоперетворювач вимірює не тільки температуру зовнішнього повітря, а й величину сонячної радіації і швидкість вітру. Окрім того для виключення впливу гідравлічного розкерування теплової мережі на режим відпуску теплоти на опалення реалізують САК перепадом тиску в подавальному трубопроводі теплової мережі поперед ЦТП і зворотньому трубопроводі після ЦТП. Відомі [1-4] три основні ФСА ТП групового автоматичного керування відпуском теплоти на опалення за зовнішнім збуренням (температура зовнішнього повітря). Розробка цих ФСА ТП на сучасних КВП та ЗА наведена далі.

6.1. ФСА ТП групового керування відпуском теплоти ЦТП за збуренням при незалежному приєднанні систем опалення.

Для ЦТП при незалежному приєднанні ІТП і систем опалення зміна витрати теплоносія в тепловій мережі не відбивається на витратах теплоносія в системах опалення, тобто виключається можливість вертикального розкерування систем опалення при значних скороченнях витрат теплоносія в тепловій мережі [12-15]. Розроблена ФСА ТП подана на рис. 6.1. Без втрати спільності підходу до її розробки через складну технологічну схему розглянемо короткий опис фрагмента технологічних процесів.

6.1.1. Короткий опис фрагмента технологічних процесів

Теплоносій (1.1) в подавальному трубопроводі теплової мережі поперед ЦТП (3) надходить у теплообмінник (1) для підігріву теплоносія (1.3) в подавальному трубопроводі до ІТП і систем опалення (4, 6), в яких встановлені елеватори (5, 7) відповідно із постійними коефіцієнтами змішування. Теплоносій (1.4) у зворотному трубопроводі після ІТП і систем опалення (4, 6) підкачуючим насосом (2) з електродвигуном подається в теплообмінник (1). Теплоносій (1.2) у зворотному трубопроводі після теплообмінника (1) (після ЦТП (3)) надходить в теплову мережу. Для інтенсифікації процесів групового керування відпуском теплоти ЦТП (3) за збуренням при незалежному приєднанні ІТП і систем опалення (4, 6) необхідно реалізувати автоматичний контроль, технологічну сигналізацію і керування температурою теплоносія (1.3) залежно від зміни температури зовнішнього повітря як збурюючого впливу зміною витрат теплоносія (1.1) поперед теплообмінника (1) із теплової мережі. Для забезпечення вертикального керування гідравлічними процесами ІТП і систем опалення (4, 6) при скороченні витрат теплоносія із мережі необхідно реалізувати автоматичний контроль і керування перепадом тиску теплоносія в подавальному (1.3) і зворотному (1.4) трубопроводах з видачею впливів на зміну числа обертів електродвигуна підкачуючого насоса (2). Окрім того, для своєчасної оплати за теплову енергію необхідно реалізувати автоматичний облік спожитої теплової енергії поперед ЦТП (3), а також автоматичний контроль температури і тиску теплоносія в подавальному (1.1) і зворотному (1.2) трубопроводах теплової мережі.

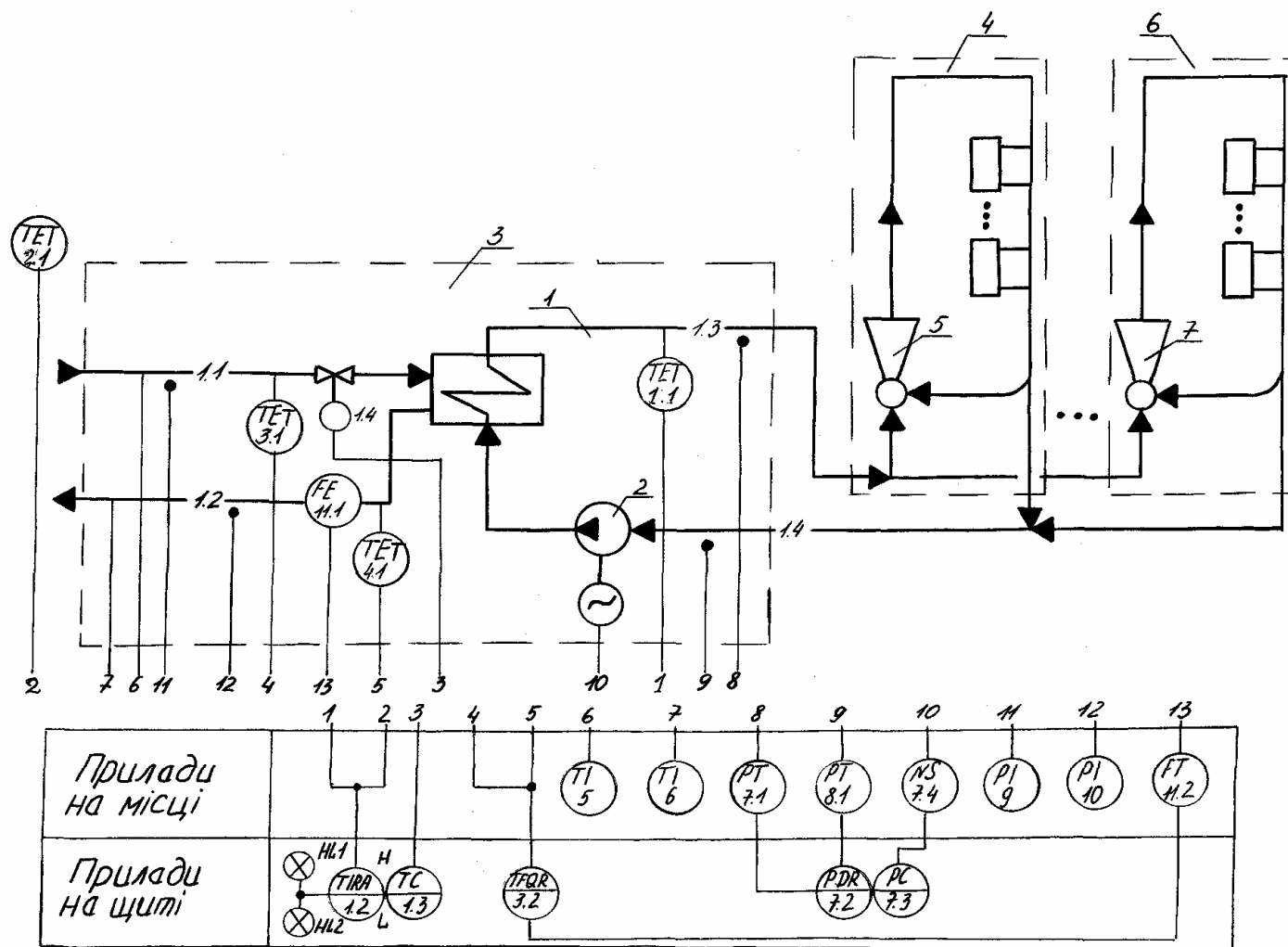


Рис. 6.1.

6.1.2. Опис функцій, які треба реалізувати

Для розробки ФСА ТП цього фрагмента технологічних процесів необхідно виконати такі функції:

1) Автоматичний контроль температури теплоносія в подавальному трубопроводі до ІТП і систем опалення, технологічна сигналізація при виході її за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування температурою зміною витрат теплоносія попереду теплообмінника із теплової мережі з корекцією за зміною температури зовнішнього повітря;

2) Автоматичний облік спожитої теплової енергії ЦТП;

3) Автоматичний контроль температури теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі (поперед ЦТП);

4) Автоматичний контроль тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах ІТП і систем опалення, розрахунок перепаду значень тисків і керуючих впливів і видача їх на керування цим перепадом зміною числа обертів електродвигуна підкачуючого насоса;

5) Автоматичний контроль тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах теплової мережі (поперед ЦТП).

6.1.3. Обґрунтування вибору застосованих сучасних КВП та ЗА [15]

Для реалізації наведених функцій при розробці ФСА (рис. 6.1) застосовано загальнопромислові сучасні КВП та ЗА.

Для автоматичного контролю температури теплоносія в подавальному трубопроводі ІТП систем опалення і температури зовнішнього повітря як первинно-подавальний перетворювач (ПП/ПрП) застосовано термоперетворювачі з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4 – 20 мА типу ТСМУ-0288 (поз. 1.1; 2.1), сигнали від яких надходять на аналоговий показуючий самозаписуючий сигналізуючий вторинний прилад (ВП) типу А-543 (поз. 1.2), що перетворює їх у значення температури [°С], а також сигналізує вихід температури теплоносія за верхнє (Н) або нижнє (L) регламентні значення, при цьому горять сигнальні лампочки HL1 (або HL2). При зміні температури теплоносія або зовнішнього повітря сигнал від вторинного приладу (поз 1.2) надходить на автоматичний регулятор (АР) для порівняння з сигналом “задатчика” (на ФСА ТП не показано). Як АР застосовано регулятор типу РС.29.042 (поз. 1.3). Керуючі впливи від АР надходять на виконавчий механізм (ВМ), що механічно з’єднаний із регулюючим органом для зміни витрат теплоносія в подавальному трубопроводі (поперед ЦТП). Як ВМ застосовано однообертовий електричний двигун типу МЕО-1 (поз. 1.4).

Для автоматичного обліку спожитої теплової енергії (поперед ЦТП) застосовано електромагнітний тепловий лічильник типу КМ-5-1 в комплекті: поз. 3.1 і 4.1 – первинно-подавальний перетворювач (ПП/ПрП) для вимірювання температури теплоносія в подавальному (поз. 3.1) і зворотному (поз. 4.1) трубопроводах; поз. 3.2 – тепло обчислювач на базі мікроЕОМ, на ФСА ТП це ВП; поз 11.1 і 11.2 – витратомір (в комплекті) для вимірювання витрат теплоносія

у зворотному трубопроводі (поз. 11.1 – первинний, а поз. 11.2 – передавальний перетворювачі).

Для автоматичного контролю температури теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах застосовано термометр манометричний показуючий газонаповнений типу ТПГ-4 (поз. 5 і 6), на ФСА ТП - це вторинні показуючі прилади (ВП).

Для автоматичного контролю тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах застосовано як ПрП - вимірювальні тензорезисторні перетворювачі надлишкового тиску типу САФІР-2160 (поз. 7.1 і 8.1), уніфіковані сигнали постійного струму 4 –20 мА з яких надходять на аналоговий показуючий самозаписуючий вторинний прилад типу А-543 (поз. 7.2), що перетворює їх у значення тиску [МПа]. При зміні тиску сигнали від вторинного приладу надходять на АР типу РС.29.042 (поз. 7.3). Керуючі впливи від АР надходять на виконавчий механізм (ВМ). Як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ (поз. 7.4). Слід підкреслити, що пускач магнітоелектричний можна використовувати не тільки для автоматичного пуску/зупинки електродвигуна деякого обладнання (насоси, компресори, вентилятори тощо), а і для зміни числа обертів електродвигунів, що механічно з'єднані з відповідним обладнанням. Типи пускачів магнітоелектричних залежать від потужності електродвигунів, вони наведені в довідковій літературі.

Для автоматичного контролю тиску теплоносія в подавальному і зворотньому трубопроводах застосовано пружинний показуючий манометр типу ОБМ-160 (поз. 9 і 10), на ФСА ТП - це вторинні показуючі прилади (ВП).

6.1.4. Повна назва систем автоматичних контролю і керування параметрами технологічного процесу

Зважаючи на наведене вище, при розробці ФСА ТП реалізовано системи, повні назви яких записано з елементами, позиціями цих елементів на ФСА ТП і типами КВП та ЗА.

1) Система автоматичного керування температурою теплоносія в подавальному трубопроводі ІТП систем опалення з видачею керуючих впливів на зміну витрати теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі (поперед ЦТП) залежно від зміни температури зовнішнього повітря як збурюючого впливу. Система складається із

ПП/ПрП – $\left\{ \begin{matrix} \text{поз. 1.1} \\ \text{поз. 2.1} \end{matrix} \right\}$ – ТСМУ-0288;

ВП – поз. 1.2 – А-543;

АР – поз. 1.3 – РС.29.042;

ВМ – поз. 1.4 – МЕО-1.

НЛ1, НЛ2 – сигнальні лампи.

2) Система автоматичного обліку спожитої теплової енергії поперед ЦТП складається з електромагнітного теплового лічильника типу КМ-5-1 в комплекті:

ПП/ПрП – поз. 3.1, 4.1; ПП – поз. 11.1; ПрП – поз. 11.2; ВП – поз. 3.2.

3) Система автоматичного контролю температури теплоносія в подавальному (поперед ЦТП) і зворотному (після ЦТП) трубопроводах теплової мережі складається із ВП – поз. 5 і 6 – ТПГ-4.

4) Система автоматичного керування перепадом тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах ІТП системи опалення з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна підкачуючого насоса. Система складається із:

ПрП – $\left\{ \begin{array}{l} \text{поз. 7.1} \\ \text{поз. 8.1} \end{array} \right\}$ – САФІР-2160;

ВП – поз. 7.2 – А-543;

АР – поз. 7.3 – РС.29.042;

ВМ – поз. 7.4 – ПМЕ.

5) Система автоматичного контролю тиску теплоносія в подавальному (поперед ЦТП) і зворотному (після ЦТП) трубопроводах теплової мережі складається із ВП – поз. 9 і 10 – ОБМ-160.

6.2. ФСА ТП групового керування відпуском теплоти на опалення за збуренням із змішувальним насосом при залежному приєднанні ІТП і елеваторами на кожній вітці систем опалення

Для ЦТП із названою ФСА ТП також виключається можливість вертикального розкерування систем опалення [12-15]. Розроблена ФСА ТП наведена на рис. 6.2. При розробці цієї ФСА ТП необхідно реалізувати такі ж функції, як для ФСА ТП (рис. 6.1), але з урахуванням підрозділу 6.1 необхідно реалізувати автоматичний контроль температури і тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах ІТП систем опалення, тобто додатково по два параметри температури і тиску. Тому підрозділи 6.2.1, 6.2.2 і 6.2.3 наведемо у скорочених варіантах.

6.2.1. Короткий опис фрагмента технологічних процесів

Теплоносій (1.1) в подавальному трубопроводі теплової мережі в ЦТП (1) змішується із теплоносієм (1.4) із зворотного трубопроводу після ІТП і систем опалення (3.5), в яких встановлені елеватори (4, 6) відповідно із постійними коефіцієнтами змішування. Для змішування теплоносіїв (1.1) і (1.4) застосовано змішувальний насос (2) із електродвигуном. Тому 4-та функція цієї ФСА ТП буде аналогічна 4-тій функції підрозділу 6.1.2, але керуючі впливи треба видавати на зміну числа обертів електродвигуна змішувального насосу (2). А 3-я і 5-а функції додатково контроль по два параметри температури і тиску.

6.2.2. Опис функцій, які треба реалізувати

Для розробки ФСА ТП цього фрагмента технологічних процесів необхідно виконати такі функції:

1) Така, як в підрозділі 6.1.2;

2) Така, як в підрозділі 6.1.2;

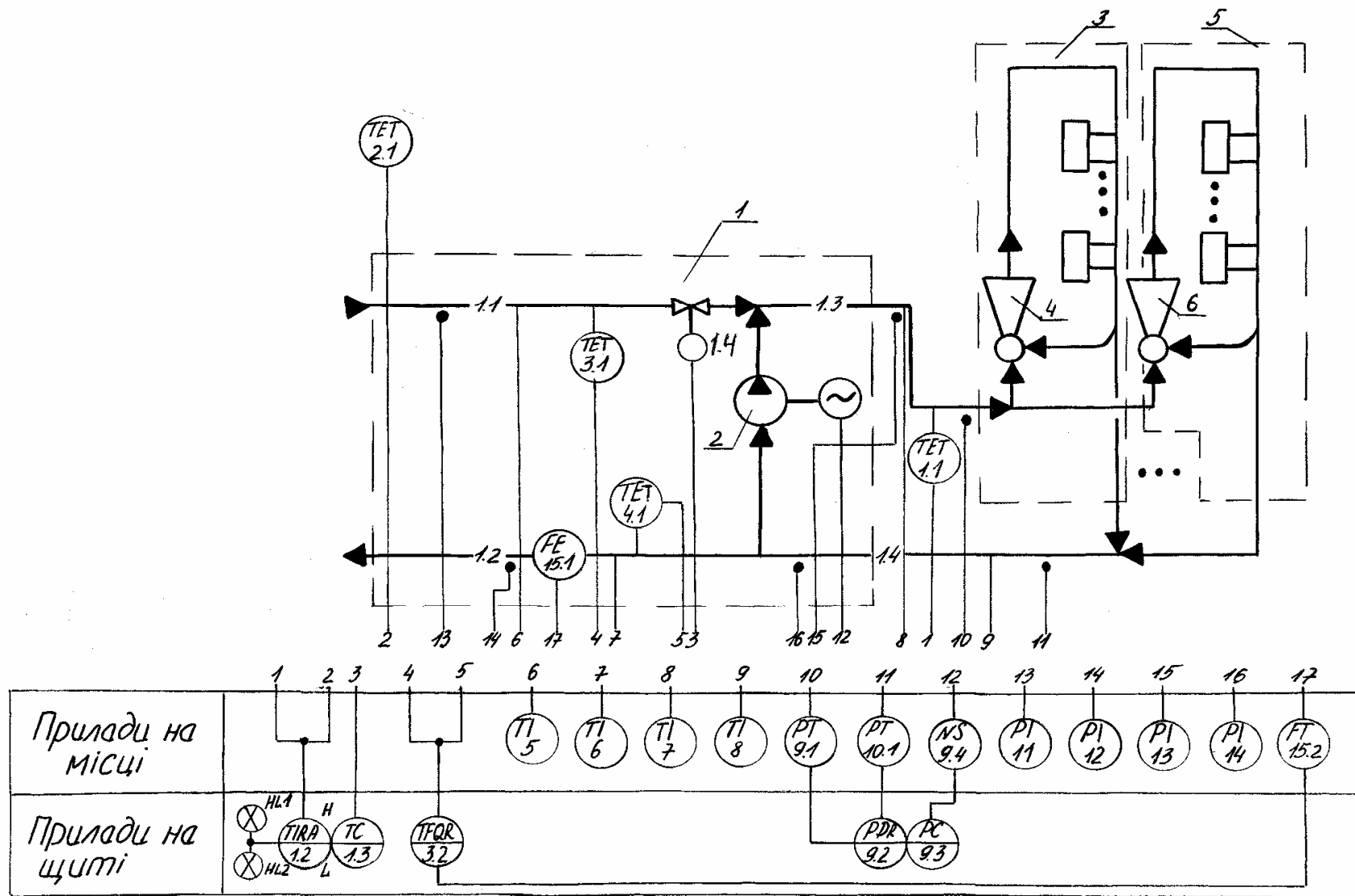


Рис. 6.2.

3) Автоматичний контроль температури теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП;

4) Така, як в підрозділі 6.1.2, але з урахуванням зауваження в підрозділі 6.2.1;

5) Автоматичний контроль тиску теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП.

6.2.3. Обґрунтування вибору застосованих сучасних КВП та ЗА [15]

Оскільки для реалізації ФСА ТП (рис. 6.2) застосовано такі ж КВП та ЗА, як для ФСА ТП (рис. 6.1) то, очевидно, буде на два відповідні вторинні прилади більше (позиції їх буде наведено при описі повної назви відповідних систем).

6.2.4. Повна назва систем автоматичних контролю і керування параметрами технологічного процесу

Зважаючи на наведене вище, при розробці ФСА ТП реалізовано системи, повні назви яких записано з елементами, позиціями цих елементів на ФСА ТП і типами КВП та ЗА.

1) Система автоматичного керування температурою теплоносія в подавальному трубопроводі ІТП систем опалення з видачею керуючих впливів на зміну витрати теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі (поперед ЦТП) залежно від зміни температури зовнішнього повітря як збурюючого впливу. Система складається:

ПП/ПрП – $\left\{ \begin{matrix} \text{поз.1.1} \\ \text{поз.2.1} \end{matrix} \right\}$ – ТСМУ-0288;

ВП – поз. 1.2 – А-543;

АР – поз. 1.3 – РС.29.042;

ВМ – поз. 1.4 – МЕО-1.

НЛ1, НЛ2 – сигнальні лампи.

2) Система автоматичного обліку спожитої теплової енергії (поперед ЦТП) складається з електромагнітного теплового лічильника типу КМ-5-1 в комплекті: ПП/ПрП – поз. 3.1, 4.1; ПП – поз. 15.1; ПрП – поз. 15.2; ВП – поз. 3.2.

3) Система автоматичного контролю температури теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах. Система складається із ВП – поз. 5, 6, 7, 8 – ТПГ-4.

4) Система автоматичного керування перепадом тиску теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах ІТП систем опалення з видачею керуючих впливів на зміну числа обертів електродвигуна змішувального насоса.

Система складається із:

ПрП – $\left\{ \begin{matrix} \text{поз.9.1} \\ \text{поз.10.1} \end{matrix} \right\}$ – САФІР-2160;

ВП – поз. 9.2 – А-543;

АР – поз. 9.3 – РС.29.042;

ВМ – поз. 9.4 – ПМЕ.

5) Система автоматичного контролю тиску теплоносія в подавальних і

зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП. Система складається із ВП – поз. 11, 12, 13, 14 – ОБМ-160.

6.3. ФСА ТП групового керування відпуском теплоти ЦТП за збуренням із спеціальним електронним регулятором температури (СЕРТ) типу „Електроніка Р-7Т” при незалежному приєднанні ІТП із змішувальними насосами на кожній вітці систем опалення

Для ЦТП із названою ФСА ТП також виключається можливість вертикального розкерування систем опалення [12-16]. Розроблена ФСА ТП подана на рис. 6.3. Без утрати спільності підходу до її розробки через складну технологічну схему розглянемо короткий опис фрагмента технологічних процесів.

6.3.1. Короткий опис фрагмента технологічних процесів

Теплоносій (1.1) в подавальному трубопроводі теплової мережі поперед ЦТП (1) надходить в СЕРТ типу "ЕЛЕКТРОНІКА Р-7Т", який призначений для використання в ЦТП або ІТП для автоматичного керування температурою в системах теплопостачання житлових, громадських і адміністративних приміщеннях та економії теплоти за рахунок автоматичної зміни співвідношення витрат теплоносія (1.1 і 1.4), що поступає в регулятор з подавального і зворотнього трубопроводів відповідно.

До складу регулятора входять:

первинно-передавальні перетворювачі сигналів для автоматичного контролю температури: змішаного теплоносія в подавальному в ІТП системи опалення (3, 5) (поз. 1.1) і теплоносія (1.4) у зворотньому із ІТП систем опалення (3, 5) (поз. 2.1) трубопроводах; зовнішнього повітря (поз. 3.1);

пристрій керування типу "ТЕПЛУР", який виконаний на базі однокристалевої мікро-ЕОМ (поз. 1.2);

елеватор гідравлічний з керованою площею отвору сопла (2), яке суміщене із спеціальним електричним приводом (поз. 1.3).

СЕРТ типу "ЕЛЕКТРОНІКА Р-7Т" забезпечує виконання наступних функцій:

автоматичну стабілізацію заданої температури повітря усередині приміщення залежно від температури зовнішнього повітря відповідно до заданого температурного графіка;

автоматичну корекцію заданого температурного графіка за усередненою температурою повітря в двох контрольних точках приміщення системи опалення;

автоматичне обмеження температури теплоносія в зворотньому трубопроводі із системи опалення;

автоматичну зміну заданої температури повітря усередині приміщення в святкові або вихідні дні за сигналами **таймера**, який реалізований однокристалевою мікро-ЕОМ (поз. 1.2).

Змішаний теплоносій (1.3) надходить на ІТП і системи опалення (3, 5), в яких встановлені змішувальні насоси (4, 6) відповідно. Теплоносій (1.4) у зворотньому із ІТП і систем опалення (3, 5) трубопроводі поступає на елеватор

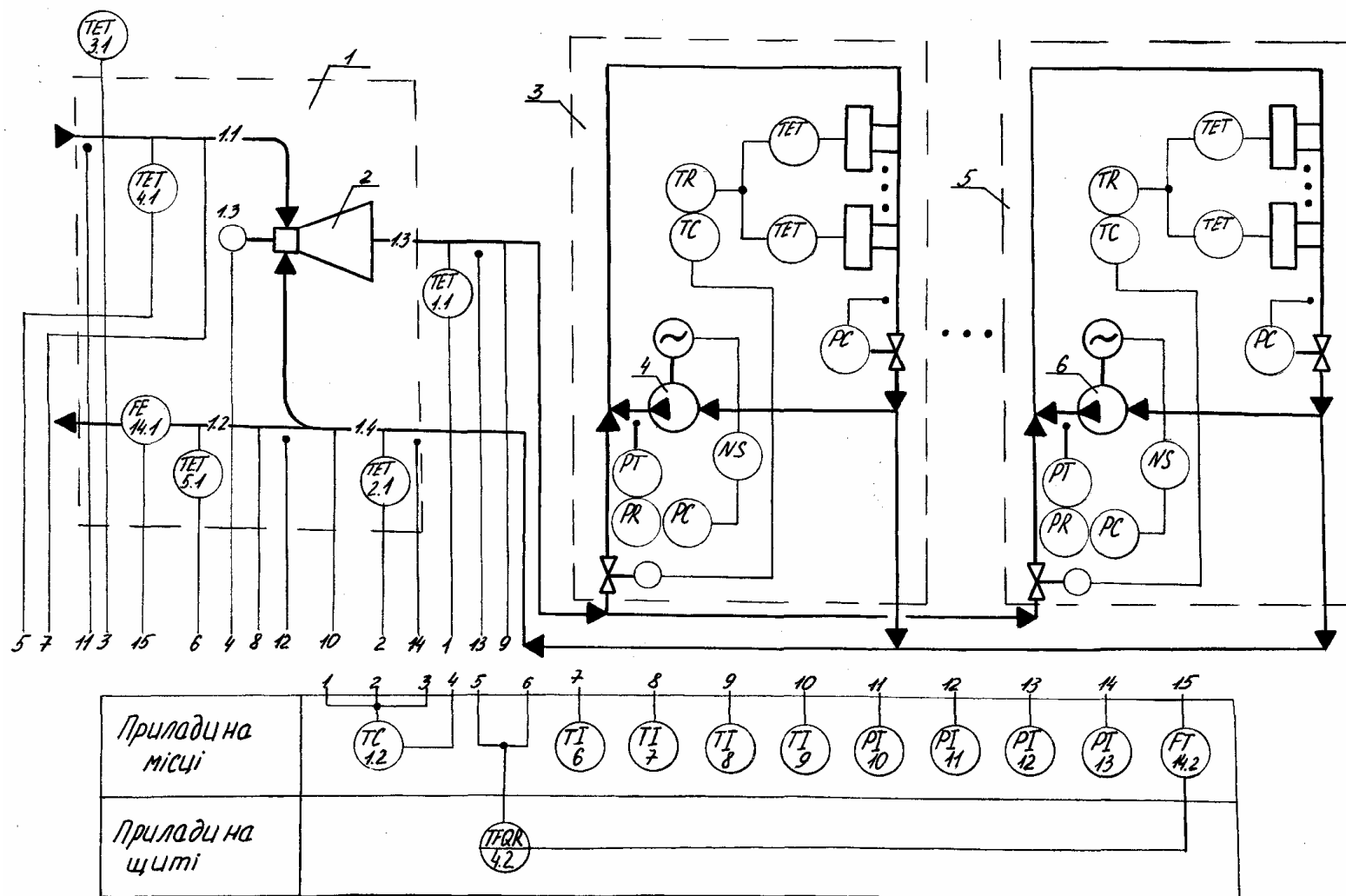


Рис. 6.3.

гідравлічний з керованою площею отвору сопла (3). Теплоносій (1.2) у зворотному трубопроводі після ЦТП (1) надходить у теплові мережі. В ІТП і системах опалення (3, 5) можуть бути реалізовані відповідні системи автоматичного керування температурою і тиском, але це тема іншого дослідження.

Для інтенсифікації процесів групового керування відпуском теплоти ЦТП (1) за збуренням із спеціальним електронним регулятором температури (СЕРТ) типу „Електроніка Р-7Т” при незалежному приєднанні ІТП (3, 5) із змішувальними насосами (4, 6) на кожній вітці систем опалення необхідно реалізувати автоматичне керування температурою змішаного теплоносія (1.3) залежно від температур теплоносія (1.4) у зворотному трубопроводі і зовнішнього повітря. Окрім того, для своєчасної оплати за теплову енергію необхідно реалізувати автоматичний облік спожитої теплової енергії поперед ЦТП (1), а також – автоматичний контроль температури і тиску в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП (1).

6.3.2. Опис функцій, які треба реалізувати

Для розробки ФСА ТП цього фрагменту технологічних процесів необхідно виконати такі функції:

- 1) Автоматичне керування температурою змішаного теплоносія в ІТП і системи опалення із корекцією за температурами теплоносія у зворотному трубопроводі і зовнішнього повітря;
- 2) Автоматичний облік спожитої теплової енергії ЦТП;
- 3) Автоматичний контроль температури теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП;
- 4) Автоматичний контроль тиску теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП.

6.3.3. Обґрунтування вибору застосованих сучасних КВП та ЗА [15, 16]

Для реалізації наведених функцій при розробці ФСА ТП (рис. 6.3) застосовано сучасні спеціальні та загальнопромислові КВП та ЗА.

Для автоматичного керування температурою змішаного теплоносія в ІТП і системи опалення із корекцією за температурами теплоносія у зворотному трубопроводі та зовнішнього повітря застосовано спеціальний електронний регулятор температури (СЕРТ) типу „Електроніка Р-7Т” в комплекті (поз. 1.1; 2.1; 3.1; 1.2; 1.3), технічні характеристики якого наведені в підрозділі 6.3.1. Окрім того, СЕРТ типу „Електроніка Р-7Т” реалізує пропорційно-інтегральний (ПІ) закон керування, випускається ТОВ „НТЦ АСУ”, м. Кострома (Росія).

Для реалізації другої, третьої і четвертої функцій застосовано такі ж сучасні КВП і ЗА, як й для реалізації відповідних функцій в підрозділах 6.1.3 і 6.2.3.

6.3.4. Повна назва систем автоматичних контролю і керування параметрами технологічного процесу

Зважаючи на наведене вище, при розробці ФСА ТП реалізовано системи, повні назви яких записано з елементами, позиціями цих елементів на ФСА ТП і типами КВП та ЗА.

1) Система автоматичного керування температурою змішаного теплоносія в ІТП і системи опалення з видачею керуючих впливів на зміну співвідношення витрат теплоносія, що надходить з подавального і зворотного трубопроводів, із корекцією за температурами теплоносія у зворотному трубопроводі і зовнішнього повітря. Система реалізована на базі СЕРТ типу „Електроніка Р-7Т” в комплекті: ПП/ПрП – поз. 1.1; 2.1; 3.1; АР – поз. 1.2; ВМ – поз. 1.3.

2) Система автоматичного обліку спожитої теплової енергії (поперед ЦТП) складається із електромагнітного теплового лічильника типу КМ-5-1 в комплекті: ПП/ПрП – поз. 4.1; 5.1; ПП – поз. 14.1; ПрП – поз. 14.2; ВП – поз. 4.2.

3) Система автоматичного контролю температури теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП. Система складається із ВП – поз. 6, 7, 8, 9 – ТПГ-4.

4) Система автоматичного контролю тиску теплоносія в подавальних і зворотних трубопроводах на входах і виходах ЦТП. Система складається із ВП – поз. 10, 11, 12, 13 – ОБМ-160.

6.4. ФСА ТП керування відпуском теплоти ЦТП на вузли гарячого водопостачання при двоступінчастій послідовній схемі підключення водопідігрівачів

Найчастіше гарячу воду готують у вузлах гарячого водопостачання, що знаходяться в ЦТП.

Основним завданням розробки цих ФСА ТП є підтримання стійкого значення температури гарячої води ($\sim 60^{\circ}\text{C}$) в місцях її споживання. При проходженні через розподільчі мережі від ЦТП до споживачів значення температури гарячої води знижується. Для усунення цього недоліку застосовують циркуляційні мережі з насосами. Вибір ФСА ТП для керування температурою гарячої води залежить від системи тепlopостачання. Для м. Харкова прийнята замкнена система централізованого тепlopостачання [12-15], а тому буде розглянуто розробку двох основних ФСА ТП систем гарячого водопостачання. Окрім того, з урахуванням підрозділів 6.1-6.3, при розробці ФСА ТП буде реалізовано тільки ті функції, що необхідні для керування температурою гарячої води, обліку спожитої теплової енергії при цьому та деякі ін.

Спочатку розглянемо ФСА ТП керування відпуском теплоти ЦТП на вузли гарячого водопостачання при двоступінчастій послідовній схемі підключення водопідігрівачів, яка подана на рис. 6.4.

Без утрати спільності підходу до розробки ФСА ТП через складну технологічну схему розглянемо короткий опис фрагмента технологічних процесів.

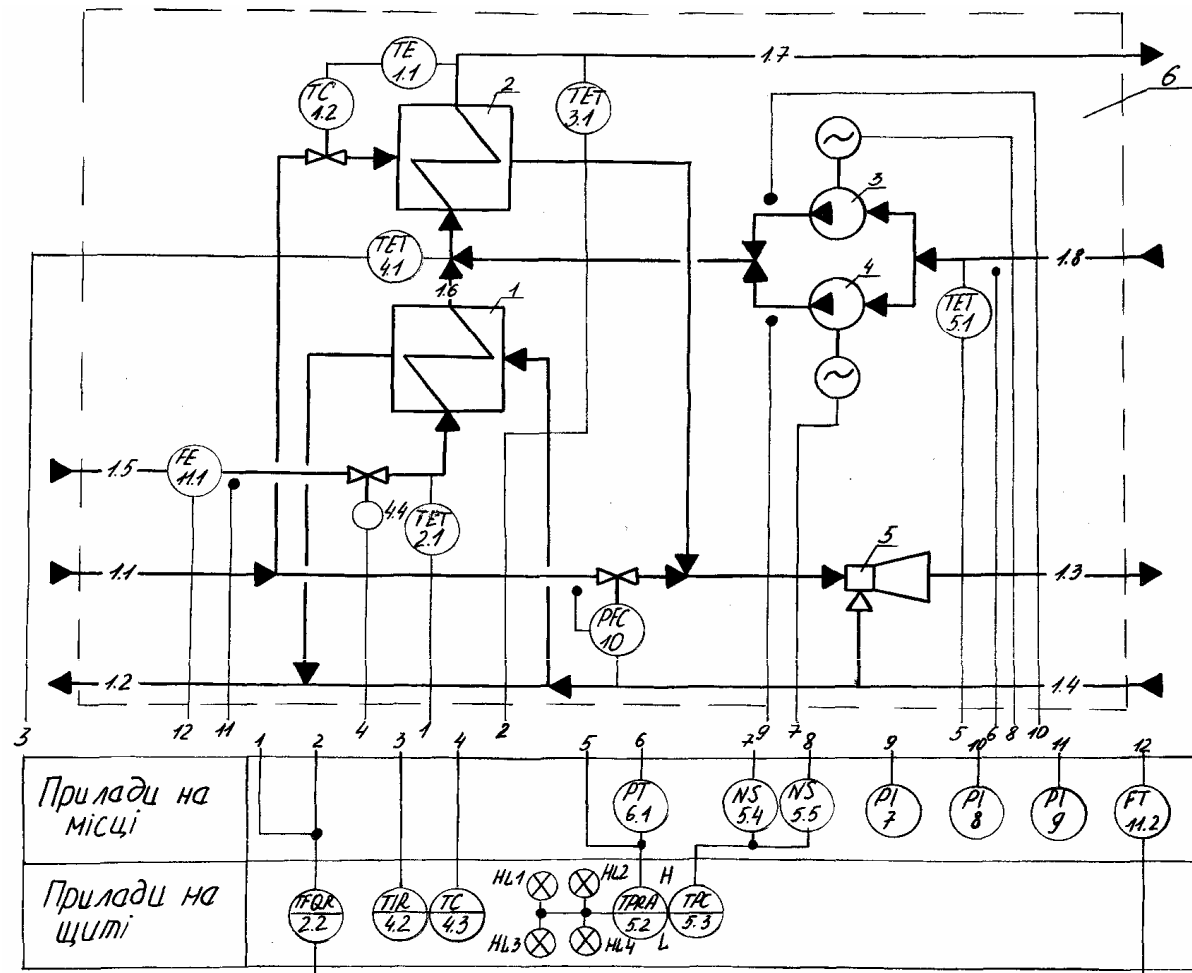


Рис. 6.4.

6.4.1. Короткий опис фрагмента технологічних процесів

Гарячий теплоносій (1.1) із теплової мережі надходить в ЦТП (6), в якому установлені: двоступінчастий водопідігрівач (перший ступінь – 1, другий ступінь – 2) і (для спрощення ФСА ТП), наприклад, елеватор (5), і розподіляється на два матеріальні потоки, один із яких надходить на елеватор (5), в якому змішується із теплоносієм (1.4) після ІТП і систем опалення (на ФСА ТП не показані), а другий – на другий ступінь (2) водопідігрівача. Після елеватора (5) змішаний теплоносій (1.3) надходить на ІТП і системи опалення (на ФСА ТП не показані). Теплоносій (1.2) після ЦТП (6) надходить в теплову мережу. Холодна вода (1.5) надходить на перший ступінь (1) водопідігрівача, в якому підігрівається частиною теплоносія (1.2). Підігріта вода (1.6) після першого ступеня (1) змішується з циркуляційною водою (1.8) і надходить на другий ступінь (2), в якому нагрівається гарячим теплоносієм (1.1) до стійкого значення температури гарячої води (1.7) в місяць її споживання (~ 60 °С). Для забезпечення цього стійкого значення необхідно реалізувати автоматичні контроль і керування температурою гарячої води зміною витрати гарячого теплоносія на перший ступінь (1) водопідігрівача. Автоматичне керування температурою гарячої води (1.7) безпосередньо у споживачів значною мірою залежить від інтенсивності її споживання, а також за рахунок охолодження в розподільних мережах. Для усунення цих впливів застосовують циркуляційні насоси (3, 4) із електродвигунами, тому необхідно реалізувати автоматичні контроль і керування температурою і тиском циркуляційної води (1.8) зміною числа обертів відповідного електродвигуна циркуляційних насосів (3, 4) або пуск/зупинку одного із них. Окрім того, необхідно реалізувати автоматичні: облік спожитої теплової енергії для підготовки гарячої води (1.7); контроль тиску в нагнітальних патрубках відповідних насосів (3, 4) і тиску холодної води (1.5); керування тиском теплоносія (1.1) перед елеватором (5) із корекцією за витратою теплоносія (1.2).

6.4.2. Опис функцій, які треба реалізувати

Для розробки ФСА ТП цього фрагмента технологічних процесів необхідно виконати такі функції:

1) Автоматичні контроль і керування температурою гарячої води для споживання зміною витрати гарячого теплоносія на другий ступінь водопідігрівача.

2) Автоматичний облік спожитої теплової енергії для підготовки гарячої води.

3) Автоматичні контроль і керування температурою змішаної підігрітої і циркуляційної води зміною витрати холодної води на перший ступінь водопідігрівача.

4) Автоматичні контроль температури і тиску циркуляційної води, технологічна сигналізація при виході їх за допустимі регламенти значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування температурою і тиском зміною числа обертів або на пуском/зупинкою електродвигуна одного із насосів.

5) Автоматичний контроль тиску в нагнітальних патрубках циркуляційних насосів і тиску холодної води.

б) Автоматичне керування тиском теплоносія перед елеватором із корекцією за витратою теплоносія у зворотному трубопроводі після елеватора.

6.4.3. Обґрунтування вибору застосованих сучасних КВП та ЗА [15]

Для реалізації наведених функцій при розробці ФСА ТП застосовано сучасні спеціальні і загальнопромислові КВП та ЗА.

Для автоматичних контролю і керування температурою гарячої води застосовано спеціальний автоматичний регулятор температури типу Т-48М-6 в комплекті: первинний перетворювач (ПП) – поз. 1.1; автоматичний регулятор (АР) – поз. 1.2.

Для автоматичного обліку спожитої теплової енергії для підготовки гарячої води застосовано тепловий лічильник типу ТЕРМ-02У в комплекті: первинно-передавальні перетворювачі (ПП/ПрП) поз 2.1 – для вимірювання температури холодної води; поз. 3.1 – для вимірювання температури гарячої води; поз. 12.1 і 12.2 – первинний (ПП) і передавальний (ПрП) перетворювачі відповідно – витратомір (в комплекті) для вимірювання витрат холодної води; поз. 2.2 – вторинний прилад (ВП) – теплообчислювач на базі мікроЕОМ. Другий контур цього теплового лічильника застосовують для системи обліку спожитої енергії ЦТП.

Для автоматичного контролю температури змішаної (підігрітої і циркуляційної) води застосовано термоперетворювач з уніфікованим вихідним сигналом постійного струму 4 – 20 мА типу ТСМУ-0288 (ПП/ПрП) (поз. 4.1), сигнали від якого надходять на аналоговий показуючий самозаписуючий вторинний прилад (ВП) типу А-542 (поз. 4.2), що перетворює їх в значення температури [°С]. При зміні температури змішаної води (в нічні години, або при недостатніх витратах гарячої води споживачами) відповідні сигнали від ВП надходять на АР для порівняння з сигналом “здатчика” (на ФСА ТП не показано). Як АР застосовано регулятор типу РС.29.043 (поз. 4.3). Керуючі впливи від АР надходять на виконавчий механізм (ВМ), механічно з’єднаний із регулюючим органом для зниження подачі холодної води на перший ступінь водопідігрівача. Як ВМ застосовано одно обертовий електричний двигун типу МЕО-1 (поз 4.4).

Для автоматичного контролю температури циркуляційної води застосовано такий же термоперетворювач, як поз. 4.1, тобто ТСМУ-0288 (поз. 5.1), сигнали від якого надходять на аналоговий показуючий самозаписуючий ВП типу А-543 (поз. 5.2). При зниженні витрат гарячої води споживачами (в нічні години тощо), температура циркуляційної води також знижується за рахунок охолодження в розподільчих мережах. Відповідні сигнали від ВП надходять на АР (поз. 5.3), а також ВП сигналізує про зниження температури (L), при цьому горить сигнальна лампочка НЛ 3. Від АР типу РС.29.143 (трипозиційний) (поз. 5.3) керуючі впливи надходять на виконавчий механізм (ВМ). Як ВМ застосовано пускач магнітоелектричний типу ПМЕ (поз. 5.4 або 5.5) для автоматичного пуску одного

із електродвигунів циркуляційних насосів (відповідно 3 або 4).

Для автоматичного контролю тиску циркуляційної води застосовано вимірвальний тензорезисторний перетворювач надлишкового тиску типу САФІР-2160 (ПрП) (поз. 6.1) із уніфікованим сигналом постійного струму 4 – 20 мА, сигнали від якого надходять на ВП типу А-543 (поз. 5.2). При підвищенні тиску циркуляційної води (відповідає зниженню температури цієї води – див. вище) відповідний сигнал від ВП надходить на АР (поз. 5.3), а далі виконуються відповідні дії (див. вище), при цьому горить сигнальна лампочка НЛ 2. При зниженні тиску (відповідно підвищенню температури) циркуляційної води, виконуються такі дії, що призводять до автоматичної зупинки електродвигуна відповідного насоса, при цьому горять сигнальні лампочки НЛ 1 і НЛ 4.

Для автоматичного контролю тиску циркуляційної води в нагнітальних патрубках відповідних насосів, а також тиску холодної води застосовано показуючий манометр типу ОБМ-100 (поз. 7, 8, 9), на ФСА ТП це ВП.

Для автоматичного керування тиском теплоносія в подавальному трубопроводі (поперед елеватора) із корекцією за витратою теплоносія у зворотному трубопроводі після елеватора застосовано спеціальний універсальний регулятор витрат і тиску типу УРВТ (поз. 10).

6.4.4. Повна назва систем автоматичних контролю і керування параметрами технологічного процесу

Зважаючи на наведене вище, при розробці ФСА ТП реалізовано системи, повні назви яких записано з елементами, позиціями цих елементів на ФСА ТП і типами КВП та ЗА.

1) Система автоматичного керування температурою гарячої води для споживання із видачею керуючих впливів на зміну витрати гарячого теплоносія на другий ступінь водопідігрівача для підготовки гарячої води реалізована за допомогою спеціального автоматичного регулятора температури типу Т-48М-6 в комплекті: ПП – поз. 1.1; АР – поз. 1.2.

2) Система обліку спожитої теплової енергії для підготовки гарячої води реалізована за допомогою теплового лічильника типу ТЕРМ-02У в комплекті: ВП – поз. 2.2 (один контур); ПП/ПрП – поз. 2.1; 3.1; ПП – поз. 11.1; ПрП – поз. 11.2.

3) Система автоматичних контролю і керування температурою змішаної (підігрітої і циркуляційної) води з видачею керуючих впливів на зниження подачі холодної води або припинення її подачі на перший ступінь водопідігрівача. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 4.1 – ТСМУ-0288;

ВП – поз. 4.2 – А-542;

АР – поз. 4.3 – РС.29.043;

ВМ – поз. 4.4 – МЕО-1.

4) Система автоматичного керування температурою і тиском циркуляційної води із видачею керуючих впливів на автоматичний пуск/зупинку електродвигуна циркуляційного насоса. Система складається із:

ПП/ПрП – поз. 5.1 – ТСМУ-0288;

ПрП – поз. 6.1 – САФІР-2160;

ВП – поз. 5.2 – А-543;

АР – поз. 5.3 – РС.29.143

НЛ 1, НЛ 2, НЛ 3, НЛ 4 – сигнальні лампи.

5) Система автоматичного контролю тиску циркуляційної води в нагнітальних патрубках відповідних насосів, а також тиску холодної води складається із ВП – поз. 7, 8, 9 – ОБМ-100.

6) Система автоматичного керування тиском теплоносія в подавальному трубопроводі (поперед елеватора) із корекцією за витратою теплоносія у зворотному трубопроводі після елеватора реалізована за допомогою спеціального універсального регулятора витрат і тиску типу УРВТ (АР – поз. 10), що діє “до себе”.

6.5. ФСА ТП керування відпуском теплоти ЦТП на вузли гарячого водопостачання при одноступінчастій паралельній схемі підключення водопідігрівача

Для ЦТП із названою ФСА ТП визначальною особливістю є те, що гаряча вода споживається цілодобово при різних її витратах протягом доби. Окрім того, розроблена ФСА ТП, яка подана на рис. 6.5, виконана на базі сучасного мікропроцесорного контролера (МПК) замість вторинних приладів (ВП) і автоматичних регуляторів (АР). Без утрати спільності підходу до розробки ФСА ТП через складну технологічну схему розглянемо короткий опис фрагмента технологічних процесів.

6.5.1. Короткий опис фрагмента технологічних процесів

Матеріальні потоки на входах і виходах ЦТП (1), зокрема, теплоносії (1.1), (1.2), (1.3), (1.4), холодна вода (1.5) такі ж, як у попередньому підрозділі 3.4 (на рис. 3.4), але гарячий теплоносій (1.1), який також розподіляється на два потоки, надходить на елеватор (2) із керованою площею отвору сопла і на одноступінчастий водопідігрівач (3), який підключено за паралельною схемою, для підігріву холодної води (1.5) до заданого значення. Гаряча вода (1.6) надходить на цілодобове споживання при різних її витратах протягом доби. Для інтенсифікації процесів фрагмента технологічної схеми необхідно реалізувати автоматичні контроль температур гарячої води (1.6), холодної води (1.5), гарячого теплоносія (1.1) і витрати холодної води (1.5), технологічну сигналізацію цих параметрів і керування температурою гарячої води (1.6) зміною витрат частини гарячого теплоносія (1.1) із корекцією за названими параметрами. Окрім того, необхідно реалізувати автоматичний облік спожитої теплової енергії ЦТП (1), а також автоматичні контроль температур змішаного теплоносія (1.3), теплоносія (1.4) у зворотному трубопроводі і зовнішнього повітря і керування температурою змішаного теплоносія (1.3) зміною співвідношення витрат гарячого теплоносія (1.1) і теплоносія (1.4) з корекцією за названими параметрами.

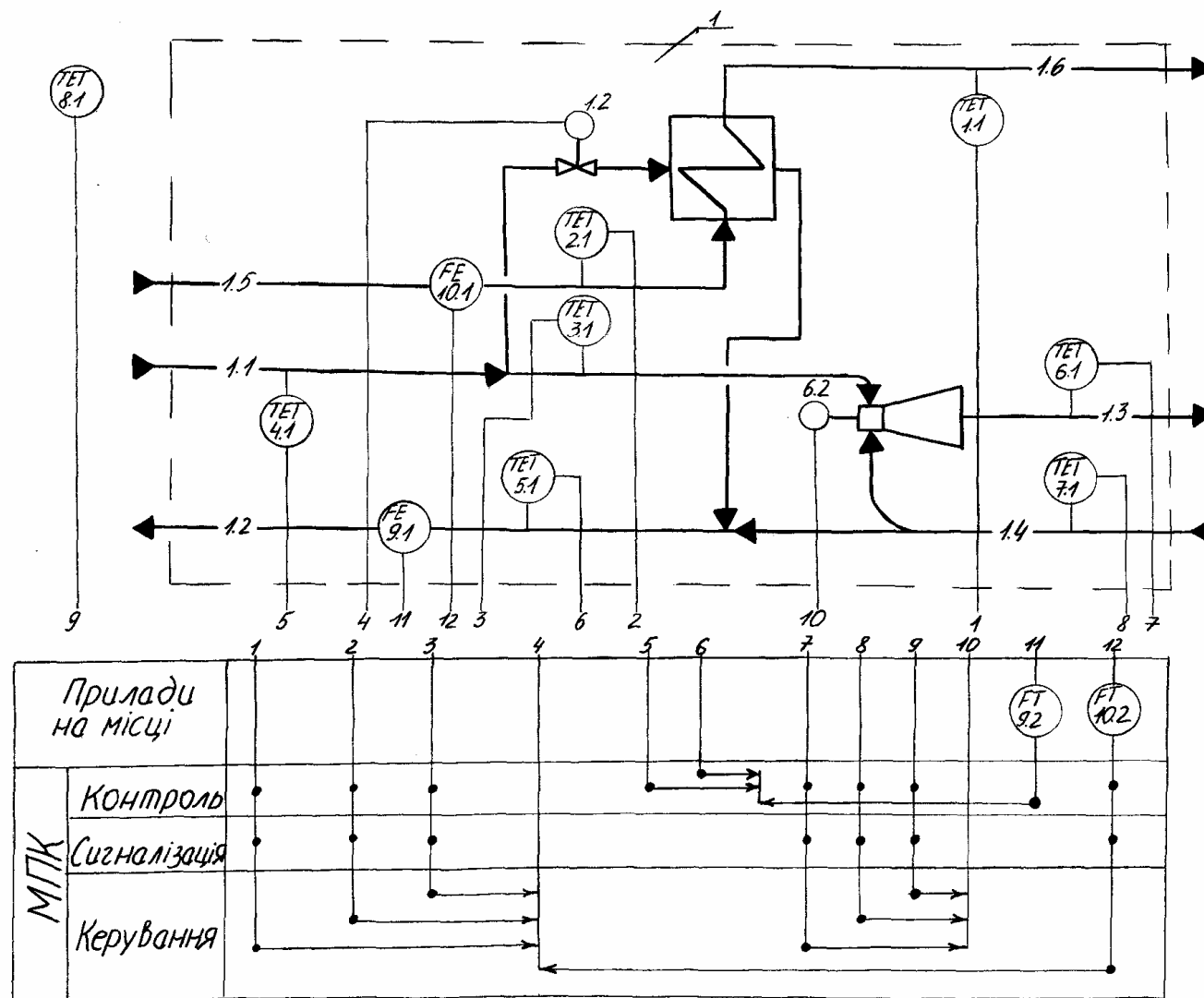


Рис. 6.5.

6.5.2. Опис функцій, які треба реалізувати

Для розробки ФСА ТП цього фрагмента технологічного процесу необхідно виконати такі функції:

1) Автоматичний контроль: температур гарячої, холодної води і гарячого теплоносія, а також - витрати холодної води, технологічна сигналізація при виході цих параметрів за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування температурою гарячої води зміною витрат гарячого теплоносія на одноступінчастий водопідігрівач з корекцією за змінами температури і витратами холодної води і температури гарячої води.

2) Автоматичний облік спожитої теплової енергії ЦТП.

3) Автоматичний контроль температур змішаного теплоносія, теплоносія поперед ЦТП і зовнішнього повітря, технологічна сигналізація при виході цих параметрів за допустимі регламентні значення, розрахунок і видача керуючих впливів на керування температурою змішаного теплоносія з корекцією за змінами названих температур.

6.5.3. Обґрунтування вибору застосованих сучасних КВП та ЗП, в тому числі МПК [4, 5]

Для реалізації названих функцій при розробці ФСА ТП (рис. 6.5) застосовано загальнопромислові сучасні КВП ТА ЗП, в тому числі МПК типу „РЕМІКОНТ Р-2000”, який призначений для використання в багатьох галузях промисловості, сільському і міському господарстві.

Конструктивно "РЕМІКОНТ Р-2000" представляє собою багатоплатний контролер, який виконаний в стандарті 19" (стандарт МЕК 297, висота 4U). Центральний процесор виконаний на базі одноплатної мікро-ЕОМ фірми ACROSSER і має процесор 80386/40 МГц, ОЗП - 2 МБайт, флеш-диск от 0,5 до 1,5 МБайт, діапазон робочих температур 0-60 °С, середня наробка на відмову складає 200 000 год. На флеш-диск встановлена MS DOS 6.22 та універсальний завантажувач програм, які треба виконати.

Загальна кількість входів-виходів:

- дискретних - до 352 (можливе розширення до 768);
- аналогових уніфікованих сигналів постійного струму 4-20 мА - до 220 (можливе розширення до 480).

МПК "РЕМІКОНТ Р-2000" працює в мережі RS-485. Кількість учасників мережі 256 (комп'ютерів і контролерів), максимальна довжина мережі 1000 м.

Штатним пакетом для розробки і перевірки прикладних програм для МПК "РЕМІКОНТ Р-2000" є пакет прикладного забезпечення ПЗ ULTRALOGIK, який дозволяє виконувати розробку прикладного ПЗ на мові функціональних блоків і перевірку прикладного ПЗ в реальному часі. Можлива також розробка прикладного ПЗ на PASCAL або C3.1.

Для підключення МПК "РЕМІКОНТ Р-2000" до системи SCADA (системи верхнього рівня) в пакеті ПЗ контролера є стандартні DDE і OPC сервера.

Випускається МПК "РЕМІКОНТ Р-2000" ВО "Знамя", м. Полтава (Україна) (тел/факс (0532)50-89-18).

Для автоматичного контролю відповідних температур як первинно-передавальні перетворювачі (ПП/ПрП) застосовано термоперетворювачі з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4-20 мА типу ТСМУ-0288 (поз. 1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1; 7.1; 8.1). Сигнали від них надходять на входи МПК, який за алгоритмом „контроль температури” перетворює ці сигнали в значення температури в °С. Якщо значення температур виходять за допустимі норми технологічного регламенту, МПК за алгоритмом „сигналізація температури” видає світловий та/або звуковий сигнали, реєструє ці значення на лицьовій панелі контролера. Для видачі керуючих впливів МПК за алгоритмом „розрахунок і видача керуючих впливів” розраховує ці впливи і вони надходять на відповідні ВМ.

Для автоматичного контролю витрати холодної води як ПП застосовано діафрагми камерні типу ДК-0,6 (поз. 9.1; 10.1), сигнали від яких надходять на ПрП, в якості яких застосовано вимірювальні тензорезисторні перетворювачі різниці тиску на діафрагмі камерній типу САФІР-2460 (поз. 9.2; 10.2). Сигнали від ПрП надходять на входи МПК, який за відповідними алгоритмами для витрати, як і для температури, виконує необхідні функції, а значення витрати – м³/г. Для зміни величини витрати застосовано однообертові електричні двигуни типу МЕО-1 з тормозом (поз. 1.2; 6.2), які механічно з’єднані з відповідними регулюючими органами.

МПК за сигналами від ПП/ПрП (поз. 4.1; 5.1) і ПрП (поз. 9.2) за відповідним алгоритмом [15] розраховує кількість спожитої теплової енергії ЦТП за певний час.

6.5.4. Повна назва систем автоматичних обліку і керування параметрами технологічного процесу

Зважаючи на наведені вище, при розробці ФСА ТП реалізовано системи, повні назви яких записано з елементами, позиціями цих елементів на ФСА ТП і типами КВП та ЗА.

1) Система автоматичного керування температурою гарячої води споживачам з видачею керуючих впливів на зміну витрат гарячого теплоносія на одноступінчастий водопідігрівач з корекцією за температурами холодної води і гарячого теплоносія та витрат холодної води. Система складається із:

$$\text{ПП/ПрП} - \begin{cases} \text{поз.1.1} \\ \text{поз.2.1} \\ \text{поз.3.1} \end{cases} - \text{ТСМУ-0288};$$

ПП – поз. 10.1 – ДК-0,6;

ПрП – поз. 10.2 – САФІР-2460;

МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;

ВМ – поз. 1.2 – МЕО-1.

2) Система автоматичного обліку спожитої теплової енергії ЦТП складається із:

ПП/ПрП - $\begin{Bmatrix} \text{поз.4.1} \\ \text{поз.5.1} \end{Bmatrix}$ - ТСМУ-0288;

ПП – поз. 9.1 – ДК-0,6;

ПрП – поз. 9.2 – САФІР-2460;

МПК – РЕМІКОНТ Р-2000.

3) Система автоматичного керування температурою змішаного теплоносія з видачею керуючих впливів на зміну співвідношення витрат гарячого теплоносія і теплоносія поперед ЦТП з корекцією за змінами температур зовнішнього повітря і теплоносія поперед ЦТП. Система складається із:

ПП/ПрП - $\begin{Bmatrix} \text{поз.6.1} \\ \text{поз.7.1} \\ \text{поз.8.1} \end{Bmatrix}$ - ТСМУ-0288;

МПК – РЕМІКОНТ Р-2000;

ВМ – поз. 6.2 – МЕО-1.

7. ОСНОВИ РОЗРОБКИ ГІС СЦТ

7.1. Літературний огляд з питання ГІС СЦТ

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій все більше уваги приділяється застосуванню геоінформаційних систем і технологій для вирішення прикладних задач у різних галузях.

Це в першу чергу викликано тим, що інфраструктура міста розвивається з величезною швидкістю, людина не може контролювати і керувати вручну інженерними системами. Їй потрібний помічник – їм може і повинна стати комп'ютерна техніка.

У 90-ті роки у зв'язку з різким підвищенням технічних можливостей комп'ютерної техніки системи автоматизованого проектування, які охоплюють всі розділи архітектурно-будівельного та інженерного проектування, отримали широке розповсюдження. Одним із таких інструментів є географічні інформаційні системи (ГІС).

У теперішній час у зв'язку з масовою появою нових інформаційних технологій, здібних вирішувати різні прикладні задачі, а також у зв'язку з загальним бурним розвитком засобів обчислювальної техніки з'явилась можливість створення більш якісних систем управління технологічними процесами, які здібні практично миттєво реагувати на зміни параметрів і відхилення їх від заданих величин і оперативно вносити корективи в регулювальні процеси. Геоінформаційні технології в системах централізованого теплопостачання і є таким сучасним інструментом для аналізу і керування тепловими мережами.

Таким чином, задача розробки нових моделей і систем на базі сучасного програмного забезпечення для управління технологічними процесами шляхом геоінформаційної системи для керування інженерними мережами, и системою централізованого теплопостачання (СЦТ) у тому числі, є актуальною для нашої країни, де велика доля СЦТ в системі теплопостачання, а керування ведеться за допомогою устарівшої автоматики, яка нездібна оперативно реагувати на процеси, які динамічно змінюються.

ГІС сьогодні починають широко застосовуватись у всьому світі в організаціях, які створюють і експлуатують мережі інженерних комунікацій. Це відбувається тому, що ГІС здібні запропонувати користувачу декілька оперативних рішень, що дозволяють наглядно представити інформацію користувачу на різних рівнях доступу.

Геоінформаційні системи мають своїх попередників – інформаційні системи загального типу, які породили методи і технології роботи з інформацією. Різницею і суттєвістю ГІС є те, що в таких системах об'єкти і явища розглядаються з точки зору їх розташування на поверхні Землі (або відносно поверхні Землі), тобто інформація в ГІС спеціальним чином прив'язана до простору. Однією із важливих

задач створення теорії ГІС є розробка і уточнення сукупності визначень, понять і термінів – у тому числі пов'язаних з утворенням і використанням карт. При цьому є доцільним використання термінології, понять і визначень, розроблених у наукових дисциплінах, на яких базується ГІС, вводячи нові терміни лише тоді, коли це потрібно для опису принципово нових понять.

ГІС – це технологія, яка об'єднує традиційні операції при роботі з базами даних, такими, як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування у широкому спектрі задач, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій.

Геоінформаційні системи – це інтегровані у єдине інформаційне середовище електронні просторо-орієнтовані зображення (карти, схеми, плани тощо) і бази даних (БД). В якості БД можуть використовуватись таблиці, паспорти, ілюстрації, розклади і т.п. Така інтеграція значно розширює можливості системи і дозволяє спростити аналітичні роботи з координатно-прив'язаною інформацією [22].

ГІС характеризується наступними позитивними моментами:

- наглядність представлення семантичної інформації із БД за рахунок відображення взаємного розташування даних у просторі;
- збільшення інформаційної ємності продукту за рахунок зв'язку просторо-орієнтованих зображень з семантичною інформацією із БД;
- збільшення структурування інформації та, як наслідок, підвищення ефективності її аналізу й обробки.

Традиційний набір функцій ГІС при роботі з картою включає:

- показ карти у різних масштабах;
- вибір набору шарів інформації для показу;
- залежність зовнішнього вигляду об'єктів від їх семантичних характеристик;
- оперативне отримання інформації про об'єкт при виборі його курсором миша;
- можливість друку будь-яких фрагментів карти.

У теперішній час ГІС – це не клас або тип програмних систем, а група технологій і продуктів, яка є базовою для створення інформаційних систем, які оперують з просторими даними в різних галузях:

- науки (геологія, геодезія, картографія);
- вирішення практичних задач в області містобудування, ландшафтної архітектури;
- інженерних споруд і мереж;
- ведення кадастрів (земельний кадастр, кадастр нерухомості, лісний кадастр, загальноміський кадастр тощо);

- оптимізації природокористування і оцінки природних ресурсів;
- задач екологічного моніторингу;
- транспортних задач;
- управління регіонами.

Основа ГІС – це здібність пов'язувати з картографічними (графічними) об'єктами деяку описувальну інформацію (у першу чергу алфавітно-цифрову, або іншу графічну, мультимедійну (звук, відео) інформацію). Звичайно алфавітно-цифрова атрибутивна інформація організується в базі даних (реляційний СУБД).

У простому випадку кожному графічному об'єкту (звичайно виділяють крапкові, лінійні та площані об'єкти) ставиться у відповідність строка таблиці – запис до бази даних. Використання такого зв'язку й відкриває такі багаті функціональні можливості перед ГІС.

Працююча ГІС включає до себе п'ять ключових складників: апаратні засоби, програмне забезпечення, дані, виконувачі й методи.

Апаратні засоби. Це комп'ютер, на якому запущена ГІС. У теперішній час ГІС працюють на різних типах комп'ютерних платформ, від централізованих серверів до окремих або пов'язаних мережею настільних комп'ютерів.

Програмне забезпечення ГІС вміщує функції та інструменти, необхідні для збереження, аналізу та візуалізації географічної (просторої) інформації. Ключовими компонентами програмних продуктів є: інструменти для вводу і оперування географічною інформацією; система управління базою даних (DBMS або СУБД); інструменти підтримки просторих запитів, аналізу та візуалізації (відображення); графічний інтерфейс користувача (GUI або ГІП) для легкого доступу до інструментів та функцій.

Дані. Це ймовірно найбільш важливий компонент ГІС. Дані про просторе положення (географічні дані) та пов'язані з ними табличні дані можуть збиратись і готуватись самим користувачем або приобретатись у поставників на комерційній або іншій підставі. В процесі управління просторами даними ГІС інтегрує просторі дані з іншими типами і джерелами даних, а також може використовувати СУБД, які застосовуються більшою кількістю організацій для упорядкування та підтримання даних, які вже мають в їх розпорядженні.

Виконувачі. Широке застосування технології ГІС неможливе без людей, які працюють з програмними продуктами і розробляють плани їх використання при вирішенні реальних задач. Користувачами ГІС можуть бути як технічні спеціалісти, так й звичайні співробітники, яким ГІС допомагає вирішувати поточні проблеми.

Методи. Успішність та ефективність (в тому числі економічна) застосування ГІС залежить від правильно складеного плану і правил роботи, які складаються відповідно специфіки задач і роботи кожної організації.

ГІС зберігає інформацію про реальний світ у вигляді набору тематичних шарів, які об'єднані на основі географічного положення. Це простий, але дуже

гнучкий підхід доказав свою цінність при вирішенні різноманітних реальних задач.

Будь-яка географічна інформація вміщує відомості про просторе положення, будь то прив'язка до географічних або інших координат, або посилання на адресу, поштовий індекс, виборчий округ, ідентифікатор земельної або лісної ділянки, назву дороги або кілометровий стовбур на магістралі і т.ін. При використанні подібних посилань для автоматичного визначення місце розташування об'єкту застосовується процедура, яка називається геокодуванням. За її допомогою можна швидко визначити і оглянути на карті де знаходиться об'єкт або явище, які вас цікавлять.

Векторна і растрова моделі. ГІС може працювати з двома типами даних, які суттєво відрізняються – векторними і растровими. У векторній моделі інформація про точки, лінії та полігони кодується і зберігається у вигляді набору координат X, Y (в сучасних ГІС часто додається третя простора і четверта, наприклад, часова координата). Місце розташування точки описується парою координат (X, Y) . Лінійні об'єкти зберігаються як набори координат (X, Y) . Полігонні об'єкти зберігаються у вигляді замкнутого набору координат. Векторна модель особливо зручна для опису дискретних об'єктів і менше підходить для опису властивостей, які безперервно змінюються. Растрова модель оптимальна для роботи з безперервними властивостями. Растрове зображення представляє собою набір значень для окремих елементарних складників, воно подібно від сканованій карті або малюнку. Обидві моделі мають свої переваги і недоліки. Сучасні ГІС можуть працювати як з векторними, так й з растровими моделями даних.

Планування будь-якого ГІС-проекта повинно складатись із двох етапів – попереднього дослідження і розробки детального плану реалізації. Основна задача попереднього дослідження – визначити *ціль й задачі проекту*. Результатом попереднього дослідження стає виробка загальної концепції, яка оцінює працездатність, потрібні ресурси і оцінює головні етапи проекту. Попереднє дослідження часто потребує значного часу і затримує перехід до реалізації проекту, але при цьому різко підвищує шанси на його виконання у строк.

Основа основ будь-якої ефективної інформаційної системи – достовірні дані про об'єкт експлуатації. Це означає у першу чергу паспортизацію інженерної мережі, обладнання і споживачів (абонентів). При впровадженні комплексної інформаційної системи дані паспортизації збираються і заносяться до бази даних обов'язково. Недостовірна й протиречна інформація про мережі, які мають „на папері” в різних службах підприємства перша з труднощів на цьому етапі. Ця інформація напряму касається основних фондів та амортизаційних відрахувань. Сам процес впровадження інформаційної системи змушує служби звіряти дані паспортизації, вивіряти їх, складати і корегувати за фактом схеми вузлів мережі, склад і характеристики арматури, уточнювати навантаження і характеристики абонентів тощо. Тобто на попередньому етапі необхідно навести елементарний порядок у величезній масі різних даних. Знаючи фактичний стан мережі та

обладнання, режимна і диспетчерська служби можуть приймати більш обосновані рішення з оперативного і перспективного керування мережею. Досвід роботи російських фахівців показав, що впровадження лише однієї підсистеми паспортизації мережі дає як косвений результат зниження аварійності на 15-20 %.

Технологія створення ГІС проекту

Розробки у цьому графічному середовищі в області ГІС базуються на гібридній растрово-векторній технології, яка суміщує растрову топооснову і векторні шари, що дозволяє у кожному конкретному випадку знайти оптимальне співвідношення між коштовністю і строками створення ГІС з одного боку, і обсягом задач, що вирішуються, з іншого. Кінцева зборка растрово-векторних складників робиться у графічному середовищі. Ця технологія дозволяє застосовувати для вводу графічної інформації різні зовнішні графічні редактори (FreeHand, CorelDraw, AutoCAD та ін.) і представляє на будь-якому етапі можливість розширення набору аналітичних функцій ГІС за рахунок посилення її векторного складника.

Почавши з векторизації обмеженої кількості першочергових шарів, можливо у мінімальні строки та з мінімальними витратами отримати ГІС, що функціонує. Далі, по мірі з'явлення нових задач, можна переводити у векторне представлення додаткові шари із растрової топооснови або наносити нові шари, відсутні в ній, а також підключати до інформаційної системи, яка формується, нові задачі та бази даних.

Основні етапи створення ГІС

1. Підготовка топооснови:

- сканування паперових карт (оригінал топооснови) або імпорт картографічних матеріалів, які вже існують у електронному вигляді;
- „склеювання” фрагментів в єдину карту;
- оцифровка карти і експорт її в графічний редактор, сумісний з ГІС-додатками;
- коректування карти – ручне або за цифровими даними томозйомки, з зачищенням огріхів сканування;
- створення навігаторів – зменшених копій карти, які вирішують проблеми масштабування.

Підготовка растрової топооснови може виконуватись будь-яким графічним редактором, який дозволяє працювати із зображеннями практично необмеженого розміру на комп'ютерах стандартної конфігурації.

2. Підготовка векторних шарів

Особливістю векторного графічного редактора є збереження мереженої топології, що дозволяє вирішувати такі задачі, як пошук оптимального шляху подачі теплоносія або тепло гідравлічний розрахунок мережі.

Векторний редактор дозволяє створювати схеми самих різних інженерних мереж.

Процес векторизації включає такі етапи:

- формування бібліотек примітивів і умовних знаків для створення вузлів і складних ліній;
- формування описів типів вузлів і ліній для векторних шарів;
- формування векторних шарів шляхом оцифровки растрової топооснови або імпорту інформації із інших редакторів.

Кожному об'єкту векторного шару може відповідати своя семантична інформація (набір таблиць, познач, паспортів, схем і т.п.). Ввід семантики може робитись як при створенні векторного шару, так й в автономному режимі. Крім того, можуть бути використані вже існуючі бази даних.

3. Підготовка ГІС для кінцевого користувача

Кінцевою задачею розробленої технології є формування зручного середовища для користувача.

Пілотне інформаційне-картографічне середовище формується вже на перших етапах роботи (паралельно з підготовкою карти) і модифікується в процесі дослідної експлуатації відповідно вимогам, що уточнюються. Таким чином, до момента завершення підготовки карти можливо мати не „мертву” картографію, а відносно обкатану інформаційну систему, яка має до того ж властивості інтегрувати до себе будь-яку іншу інформацію, даже не пов'язану напрямку з картографією.

Для реалізації найбільш простого ГІС-проекту необхідний приблизно такий набір даних:

Характеристика системи:

- ГІС професійного рівня з високими вимогами до точності топооснови;
- вихідний матеріал – планшети 1:500 і 1:2000;
- велика кількість векторних об'єктів;
- різноманітність компоновок робочих місць.

До растрової підложки карти міста внесені будівлі, газони, вулиці з дорожнім покриттям. Об'єкти й комунікації (теплові мережі, каналізація, водопровід, електричні мережі, телефонна каналізація та ін.) знаходяться у векторних шарах, які можуть бути виведені на екран у будь-якій сполуці. Підтримуються друк й копіювання до буферу обміну фрагментів підложки з необхідним набором векторних шарів в масштабі 1:500 і 1:2000.

Семантичні бази даних вміщують технічні паспорти житлових будинків, а також паспорти об'єктів тепломереж і електромереж.

Характеристика систем: ГІС початкового рівня з мінімальними вимогами до точності топооснови і невеликою кількістю шарів векторизації; орієнтація на неозначене коло користувачів.

Системи включають наступні векторні шари:

- адреса/підприємство,
- муніципальний транспорт,
- примітки користувача,

- мережа вулиць.

Це дозволяє працювати з картами у різних масштабах, здійснювати пошук адрес і підприємств з показом на карті, розставляти на картах примітки користувача (пиктограми) з супроводжувальним текстом, прокладати оптимальні маршрути, друкувати карти різних масштабів.

Застосування ГІС в системі гідравлічного розрахунку

Включення ГІС компонента може самітно підвищити зручність й функціональність системи гідравлічного розрахунку тепломережі за рахунок:

- використання векторного шару теплової мережі в якості основи для моделювання гідравлічних режимів;
- автоматичного обчислення довжин трубопроводів;
- наглядної прив'язки теплових камер, колодязів, трубопроводів до місцевості (при відсутності готового векторного шару в ГІС);
- швидкого позиціонування карти з використанням адресної бази даних.

Основні задачі, які вирішує ГІС загального призначення: ввід, маніпулювання, управління, запит та аналіз, візуалізація.

Ввід. Для використання в ГІС дані повинні бути перетворені в цифровий формат. Процес перетворення даних з паперових карт в комп'ютерні файли називається оцифровкою. В сучасних ГІС цей процес може бути автоматизований з застосуванням сканерної технології, що особливо важливо при виконанні великих проектів, або, при порівняно невеликому обсязі робіт, дані можна вводити за допомогою дигитайзера. Деякі ГІС мають вбудовані вектори затори, які автоматизують процес оцифровки растрових зображень. Багато даних вже переведені у формати, які напряду сприймаються ГІС-пакетами.

Маніпулювання. Часто для виконання конкретного проекту вигляд даних треба додатково змінювати відповідно вимогам вашої системи. Наприклад, географічна інформація може бути в різних масштабах. Для сумісної обробки й візуалізації всі дані зручно представити в єдиному масштабі й однаковій картографічній проекції. ГІС-технологія дає різні способи маніпулювання просторими даними та виділення даних, потрібних для конкретної задачі.

Управління. У невеликих проектах географічна інформація може зберігатись у вигляді звичайних файлів. Але при збільшенні обсягу інформації та рості числа користувачів для збереження, структурування та управління даними ефективніше застосовувати системи управління базами даних (СУБД), спеціальні комп'ютерні засоби для роботи з інтегрованими наборами даних (базами даних). В ГІС найбільш зручно використовувати реляційну структуру, при якій дані зберігаються у табличній формі. При цьому для зв'язання таблиць застосовують загальні поля. Цей простий підхід достатньо гнучкий і широко застосовується у більшості, як ГІС, так й не ГІС, додатках.

Запит і аналіз. При наявності ГІС та географічної інформації Ви можете отримати відповіді як на прості запитання, так й на складні, які потребують

додаткового аналізу, запити. Запити можна задавати як простим „кліком” миші на означеному об’єкті, так й за допомогою розвинутих аналітичних засобів. За допомогою ГІС можна виявляти і задавати шаблони для пошуку, програвати сценарії за типом „що буде, якщо ...”, тобто прогнозування. Сучасні ГІС мають велику кількість потужних інструментів для аналізу, серед них найбільш значимі два: близькість і аналіз накладання. Для проведення аналізу близькості об’єктів відносно один до іншого в ГІС застосовується процес, який називається буферізацією. Він допомагає відповісти на питання типу „Скільки будівель знаходиться в межах 5000 м від цього джерела теплопостачання?”, „Скільки споживачів мешкає не далі ніж 1 км від місцевої котельні?” Процес накладання включає інтеграцію даних, розташованих в різних тематичних шарах. У простому випадку це операція відображення, але при ряді аналітичних операцій дані з різних шарів об’єднуються фізично. Накладання, або просторе об’єднання, дозволяє, наприклад, інтегрувати дані про ґрунти, нахили, флору і землеволодіння зі ставками земельного податку.

Візуалізація. Для більшості типів просторих операцій кінцевим результатом є представлення даних у вигляді карти або графіка. Карта – це дуже ефективний та інформаційний спосіб збереження, представлення і передачі географічної інформації. ГІС дає нові інструменти, які поширюють і розвивають мистецтво і наукові основи картографії. За її допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена звітними документами, трьохмірними зображеннями, графіками, таблицями, діаграмами, фотографіями та іншими засобами, наприклад, мультимедійними.

Пов’язані технології. ГІС міцно пов’язана з рядом інших типів інформаційних систем. Її основна різниця заключається в здібності маніпулювати і проводити аналіз просторих даних. На сьогодні не існує єдиної загальноприйнятої класифікації інформаційних систем. Є лише нижче наведене відділення ГІС від настільних картографічних систем (desktop mapping), систем САПР (CAD), дистанційного зондування (remote sensing), систем управління базами даних (СУБД или DBMS) і технології глобального позиціонування (GPS).

Системи настільного картографування використовують картографічне представлення для організації взаємодії користувача з даними. У таких системах усе ґрунтується на картах, карта є базою даних. Більшість систем настільного картографування має обмежені можливості управління даними, просторового аналізу і настройки. Відповідні пакети працюють на настільних комп’ютерах - PC, Macintosh і молодших моделях UNIX робочих станцій.

Системи САПР здібні створювати креслення проектів, плани будівель та інфраструктури. Для об’єднання до єдиної структури вони використовують набір компонентів з фіксованими параметрами. Вони базуються на невеликій кількості правил об’єднання компонентів і мають дуже обмежені аналітичні функції. Деякі системи САПР поширені до підтримки картографічного представлення даних, але,

як правило, утілити, які в них маються, не дозволяють ефективно керувати і аналізувати великі бази просторих даних.

Системи управління базами даних призначені для збереження та управління усіма типами даних, включаючи географічні (просторі) дані. СУБД оптимізовані для подібних задач, тому до багатьох ГІС вбудована підтримка СУБД. Ці системи не мають подібних з ГІС інструментів для аналізу й візуалізації.

Склад ГІС систем

У загальному випадку ГІС система складається з:

- інформаційно-картографічного ресурсу, який може складатись з:
бази даних атрибутивної та описувальної інформації об'єктів,
картографічної підоснови різних масштабів,
графічної інформації по об'єктам (плани, схеми, фото),
відео/аудіо інформації;
- програмних засобів ГІС для управління, ведення інформаційно-картографічного ресурсу;
- прикладних модулів для вирішення конкретних прикладних задач (наприклад, модулі гідравлічного розрахунку, паспортизація, облік);
- програмних засобів ГІС відображення та маніпулювання інформаційно-картографічним ресурсом (локально на ПК або у мереженому середовищі Internet/Intranet).

Для ефективної роботи ГІС системи необхідно враховувати, що розробка ГІС систем, як й будь-якої іншої інформаційної системи, починається з аналізу вимог, формулювання призначення, задач і мети системи, включає етапи проектування, реалізації та розробки прикладного програмного забезпечення, впровадження і супровід системи.

Функціональність ГІС систем визначається набором функцій та сервісів базової ГІС системи, а також додатковими прикладними функціями, виходячи із конкретних мети і задач проекту.

Функціональність ГІС системи на прикладі системи паспортизації та обліку об'єктів і мереж теплоенергетичного підприємства потребує:

- пошарове нанесення і роботу з різними картами, планами, схемами;
- одночасний доступ до інформації з декількох робочих місць, а також можливість постійного внесення змін й додатків в схеми і бази даних з декількох робочих місць і в той же час розмежування рівня доступу;
- напівавтоматичне внесення нових елементів схеми відповідно виконавчим документам;
- зв'язок картографічних об'єктів з існуючими базами даних, роботу з основними промисловими СУБД як персональними, так й тими, що працюють в архітектурі „клієнт-сервер”;
- прив'язку до об'єктів карти растрової та векторно-графічної інформації (схеми підключення, паспорти обладнання, теплові навантаження, договори, рахунки тощо);

- моделювання теплової мережі з виконанням відповідних розрахунків, забезпеченням задач з диспетчеризації, експлуатації та ремонту обладнання, аварійності, оцінки основних фондів й тощо, тобто підключення при необхідності обчислювальних модулів;
- пошук за адресою, номерами об'єктів теплової мережі;
- вибір оптимального маршруту руху транспорту, контролерів, інспекторів при роботі з споживачами;
- обмін ГІС-інформацією між службами на основі внутрішньої корпоративної мережі підприємства;
- змішані запити (карта, база даних тощо), друк текстових файлів з елементами графіки;
- створення власних об'єктно-орієнтованих додатків;
- взаємодія з іншими підсистемами організації, окремо з вимірювальною підсистемою, можливо з білінговою системою (системою розрахунків з споживачами);
- можливість роботи в мережах Internet/Intranet.

Типи задач для комп'ютерних технологій у сфері інженерних мереж

- Задачі стратегічного планування, прогнозування та виявлення потреб у розвитку інженерних мереж
- Задачі конкретного розвитку і проектування інженерних мереж
- Задачі інвентаризації об'єктів розподіленої виробничої та допоміжної інфраструктури підприємств інженерних мереж, ведення технічної документації
- Задачі допомоги в організації обслуговування клієнтів та розрахунків з ними за ресурси (теплову енергію, електроенергію, воду, газ)
- Задачі аналізу діяльності підприємств і якості обслуговування споживачів
- Задачі оперативного диспетчерського керування в нормальному режимі експлуатації
- Задачі оперативного реагування на аварії та надзвичайні ситуації, в тому числі зовнішні відносно даної конкретної інженерної мережі
- Задачі забезпечення профілактичних і аварійних ремонтних робіт
- Задачі забезпечення взаємодії з іншими інженерними мережами на території взаємодії з іншими територіальними службами і органами керування (земельним кадастром, органами охорони навколишнього середовища тощо)
- Задачі моніторингу стану мереж й запобігання аварійних ситуацій

Таблиця 7.1 Порівняння ГІС-програм, які використовуються в сфері управління тепловими мережами

Програмний комплекс	Задача (призначення)	Задачі, що вирішуються	Вирішені питання	Зручність користування	Виконаний на базі	Кількість інформації
1	2	3	4	5	6	7
ArcFM	Призначений для використання існуючих і розробки нових ГІС-додатків для вирішення специфічних задач у сфері інженерних комунікацій дозволяє розраховувати теплові мережі великого обсягу і будь-якої складності	Забезпечує потужні можливості управління та редагування даних з обладнання та інфраструктурі комунікацій і землекористування, включаючи основне редагування, моделювання і управління для всієї системи підприємства	Дає сучасний метод для вирішення задач управління технологічним обладнанням	Враховані всі сучасні напрямки у відкритій технології, легко інтегруються з інформаційним і системами споживання, системами управління виробництвом робіт, з багатьма існуючими системами	ESRI (додаток Windows NT, використовує Visual Basic)	Необхідна підоснова, розроблена за допомогою ГІС-додатку

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Zulu Thermo		Комутаційні задачі. Налагоджувальний розрахунок теплової мережі. Перевірочний розрахунок теплової мережі. Конструкторський розрахунок теплової мережі. Розрахунок потрібної температури на джерелі. Побудова п'єзометричного графіку	Розрахунки: тепло гідравлічний тупікових і кільцевих теплових мереж. Розрахунок може робитись з урахуванням втік із теплової мережі та систем тепло споживання, а також теплових втрат в трубопроводах теплової мережі. Розрахунок теплових втрат ведеться або за нормативними втратам, або за фактичним станом ізоляції	Є можливість ілюструвати результати різними графіками або тематичним розмалюванням мережі	ESRI (ArcGIS)	На карту міста накладаються теплові мережі. Процес нанесення теплової мережі на карту міста максимально автоматизований (створюється топологічно зв'язаний граф теплової мережі з прив'язкою відповідних баз даних до кожного об'єкта мережі)
Тепло 2000	Розподільний апаратно-програмний комплекс, призначений для моніторингу і управління міською системою теплопостачання	Управління експлуатацією інженерних мереж	Гідравлічні розрахунки і моделювання роботи мереж	Комплекс складається з незалежних модулів, які діють між собою в середовищі	ГІС WinPlan	Необхідна розроблена і функціонуюча ГІС система

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
ГИС ENERTEAM	Відображення і розрахунок схеми мережі централізованого теплопостачання міста, ввід і візуалізація даних по об'єктах	Експлуатація і проектування теплових мереж	Гідравлічний розрахунок, аналіз навантажень і енергоспоживання, абонентська система, паспортизація обладнання і ремонту	Система графічного проектування теплотрас. Креслення профілів теплових мереж. Проектування і креслення профілів теплових мереж. Програмний комплекс для розрахунків зовнішніх тупикових і кільцевих теплових мереж	Win'9x AutoCAD 2000/2002. Win'9x/ AutoCAD R.14/2000/2002 Win'9x AutoCAD R.14/2000 Win'9x	
ИГС "ТеплоГраф":	Призначена для інтеграції технологічних інформаційних систем по різним міським інженерним комунікаціям у межах загального інформаційного середовища на базі єдиної для всіх комунікацій топооснови	Дозволяє ввести до бази даних всю необхідну графічну та атрибутивну інформацію про теплові мережі та на основі створеної бази даних вирішувати різноманітні прикладні задачі	Гідравлічний розрахунок, розрахунок діаметрів зужуючих пристроїв у споживачів тепла, розрахунок нормативних і фактичних теплових втрат, розрахунок температурних графіків споживачів і джерел, ведення диспетчерських журналів і архивів, аналіз дефектів на теплових мережах	Гнучко налагоджується на будь-який вид вихідної документації (види оперативних і експлуатаційних схем, схеми на базі стандартних міських планшетів різних масштабів – 1:500, 1:2000, 1:5000, умовні позначення, перелік параметрів, що паспортизуються, тощо)	Windows 95/98/NT	Головним вихідним документом є схема теплових мереж

На підставі таблиці 7.1, де зазначені можливості й типи завдань по експлуатації інженерних систем, що вирішуються, можна скласти таблицю 7.2, з якої треба, які саме заходу технічної експлуатації можуть бути реалізовані в тім або іншим ГІС-форматі. Аналіз ГІС-Програм щодо реалізації заходів всього комплексу технічної експлуатації інженерної мережі наведен у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

«Аналіз ГІС-Програм для вирішення заходів щодо технічної експлуатації».

Програмний комплекс	Завдання (призначення)	СТАН ПИТАННЯ						
		ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	РЕМОНТ	ТЕХНОЛОГІЯ	РЕКОНСТРУКЦІЯ	АВТОМАТИЗАЦІЯ	ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ	ПРИМІТКА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ArcFM	Призначений для використання існуючих і розробки нових ГІС – додатків для рішення специфічних завдань у сфері інженерних комунікацій	+	-	-	-	-	-	
Zulu Thermo	дозволяє розраховувати теплові мережі великого обсягу й будь-якої складності за декілька секунд	±	-	-	-	+	+	
Тепло 2000	розподілений апаратно-програмний комплекс, що призначений для моніторингу й керування міською системою тепlopостачання	+	+	+	-	-	+	
ГІС ENERTEAM	відображення й розрахунок схеми мережі централізованого тепlopостачання міста, введення й візуалізація даних по об'єктах.	+	+	+	+	-	-	Призначена для проектування Т/З
ІГС "ТеплоГраф":	Призначений для інтеграції технологічних інформаційних систем по різних міських інженерних комунікаціях у рамках загального інформаційного середовища на базі єдиної для всіх комунікацій топооснови	±	±	+	±	-	±	вирішує завдання тільки за умови повного опису теплових мереж (графічного й табличного), що створює величезну базу даних, незручну в роботі

Таким чином, як треба з таблиць 7.1 і 7.2 жодна з розглянутих ГІС у сфері керування системами теплопостачання в повному обсязі не охоплює всіх елементів СЦТ і заходів щодо їхньої технічної експлуатації.

У зв'язку із цим постає завдання розробити геоінформаційну систему системи централізованого теплопостачання (ГІС СЦТ), що дозволяла б вирішувати питання технологічних процесів, їхньої автоматизації, диспетчеризації, технічного обслуговування, ремонтів і реконструкції всього комплексу СЦТ (джерел, теплових мереж, теплових пунктів, споживачів).

7.2. Блок-схема ГІС СЦТ

Система централізованого теплопостачання включає джерела теплопостачання (районні котельні або ТЕЦ), споживачі теплової енергії (системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції і кондиціювання, а також промислові підприємства) і теплові мережі (магістральні трубопроводи, насосні станції, ЦТП, розподільні трубопроводи).

Система централізованого теплопостачання – це складна інженерна споруда, яка включає велику кількість різнопланових складних об'єктів, інформаційне представлення яких потребує значного об'єму графічної та текстової інформації.

Для забезпечення тепловою енергією споживачів необхідно на кожному із елементів (джерело, теплові мережі, споживачі) реалізовувати експлуатаційні заходи: технологічні процеси, їх автоматизацію і диспетчеризацію, а також виконати своєчасно і у повному обсязі технічне обслуговування, ремонти і реконструкцію.

Великий обсяг інформації, що характеризує елементи СЦТ та їх взаємозв'язок, об'єм аварійно-відновлювальних робіт, що збільшується, економія енергії, зниження чисельності ІТР, оптимізація матеріально-технічних і трудових ресурсів, не може бути вирішені без використання інформаційних технологій.

Одним із шляхів підвищення ефективності роботи систем централізованого теплопостачання (СЦТ) є використання геоінформаційних технологій для створення програмних додатків з керування всім цим комплексом від джерела до споживача [32].

Метою створення геоінформаційної системи СЦТ є підвищення ефективності та надійності роботи СЦТ за рахунок економії матеріально-технічних, трудових й енергетичних ресурсів.

Аналіз існуючих інформаційних систем [32, 33, 34, 35] показав відсутність єдиної системи, яка б могла в комплексі вирішувати питання забезпечення технологічних процесів, диспетчеризації, автоматизації, технічного обслуговування, ремонту й реконструкції всіх об'єктів системи централізованого теплопостачання в процесі отримання, транспортування й споживання теплової енергії.

Враховуючи вищевикладене, з урахуванням комплексного підходу при створенні ГІС СЦТ, [36] запропонована наступна принципова блок-схема ГІС СЦТ (рис. 7.2).

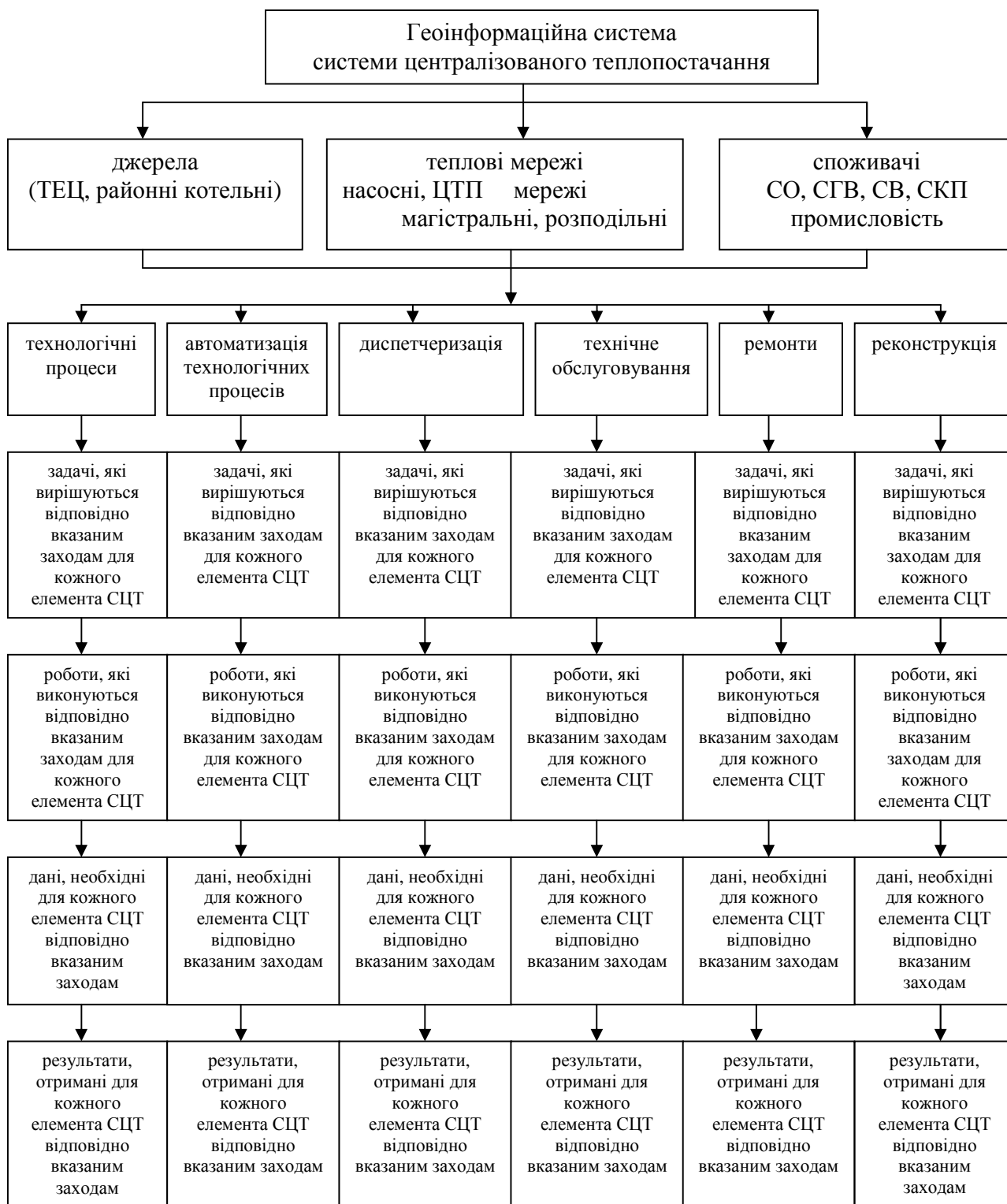


Рис. 7.2. Принципова схема ГІС СЦТ

Таким чином, ГІС СЦТ включає об'єднані між собою ГІС джерел, ГІС теплових мереж, ГІС споживачів.

По кожній із підсистем (джерело, теплові мережі, споживачі) і для кожного виду заходів з технічної експлуатації розробляється ієрархічний інформаційний ланцюжок, що вміщує задачі, які необхідно вирішити для виконання робіт з експлуатації (технологічні процеси, їх автоматизація, диспетчеризація, технічне обслуговування, ремонти, реконструкція).

Під виконанням сформульованих задач вказуються роботи, які необхідно вирішити для їх виконання.

Інформація, необхідна для забезпечення робіт, може бути представлена у табличному й графічному вигляді. Об'єм інформації й вигляд її представлення повинен бути достатнім і зручним у представленні та використанні.

На підставі даних, використовуючи програмний продукт Arcview, інші програмні продукти („Теплограф” та ін.), а також розроблені спеціальні програми, досягаються конкретні результати з поставлених задач.

У представленій блок-схемі умовно не показані зв'язки між технологічними процесами, їх автоматизацією і диспетчеризацією, а також технічним обслуговуванням, ремонтами і реконструкцією.

Аналогічні зв'язки існують на рівні задач, що вирішуються, робіт, що виконуються при цьому, банками інформаційних даних і отриманими результатами.

Таким чином досягається комплексне рішення поставлених задач, необхідних в процесі технічної експлуатації, що дозволяє ефективно й оперативно їх вирішувати.

Вказана схема за рахунок конкретизації заходів, задач, робіт на різних об'єктах СЦТ дозволить наряду з диверсифікацією даних між об'єктами мінімізувати кількість даних, необхідних для створення ГІС. При цьому вирішується весь комплекс задач з технічної експлуатації СЦТ, що дозволить зекономити матеріально-технічні, трудові і енергетичні ресурси. На базі ГІС СЦТ з технічної експлуатації шляхом доповнення відповідних даних можна вирішувати питання економіки й менеджменту, що дозволить ще ефективніше працювати з СЦТ.

ГІС СЦТ, що розробляється, дозволить досягти економії матеріально-технічних, трудових і енергетичних ресурсів у централізованому теплопостачанні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сурис М.А., Липовских В.М. Защита трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии. – М.: Энергоатомиздат, 2003.
2. Руководство по применению труб с промышленной изоляцией и ППУ производства ЗАО «МосФлоулайн», 2004.
3. Манюк В.И., Майзель И.Л. Промышленные предизолированные пенополиуретаном трубы для тепловых сетей. – Новости теплоснабжения № 5, 2005.
4. Тепловая изоляция/ Под ред. Г.Ф.Кузнецова. – М.: Стройиздат, 1995. – 421 с.
5. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/ Под ред. А.А.Николаева. – М.: Стройиздат, 1965. – 359 с.
6. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях: РД 34.09.225-97. Служба передового опыта ОРГРЭС. – М.: Департамент науки и техники, 1998. – 87 с.
7. Норми та вказівки по нормуванню палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ 204 України 244-94. Керівний технічний матеріал – норми та вказівки. Київ, 1995. – 636 с.
8. Теплоснабжение/ А.А.Ионин, Б.М.Хлыбов, В.Н.Братенков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.
9. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 320 с.
10. Алексахин А.А. Анализ показателей работы двухступенчатой последовательной схемы водонагревательной установки горячего водоснабжения при уменьшении расчетной отопительной нагрузки зданий// Вісник національного технічного університету «ХП», 2005. – Вип.. 28, С. 17-20.
11. Ринок інсталяцій, № 6 (101)/2005, № 10 (104)/2005, № 1 (107)/2006.
12. Нефедов С.В., Кувшинов Ю.Я., Романова С.С. и др. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции. – М.: Стройиздат, 1986. – 479 с.
13. Автоматика и автоматизация производственных процессов/ Под ред. проф. Нечаева Г.К. – К.: Вища школа, 1985. – 279 с.
14. Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпоев Ю.Я. и др. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. – Л.: Стройиздат, 1987. – 278 с.
15. Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 212 с.

16. Бобух А.О. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с.
17. Арманд А.Д. "Сильные" и "слабые" системы в географии и экологии// сб. Устойчивость геосистем, М.:Наука, 1983, с. 50-60
18. Информационно-графическая система "Паспортизация и расчет гидравлических режимов тепловых сетей" - ИГС "HeatGraph" ("Теплограф")
Электронный документ www.enas.ru/nuz/years/1999/y99_2.htm 30.03.2001
19. Arc View. Версия 3.05. Руководство пользователя, 1998, 367 с.
(www-geology.univer.kharkov.ua/opr_rus.htm)
20. Arc View. Версия 3.05. Электронный справочник (Help).
21. А.В. Кошкарёв Электронный словарь по геоинформатике
22. www.masters.donntu.edu.ua/2001/ggeo/dzekanyuk/project/dict
23. Зачем теплофикатору компьютер или тепловые сети как объект геоинформационных систем Ексаев А.Р., Вайсфельд В.А., ИВЦ "ПОТОК"
24. Использование компьютеров на теплоснабжающих предприятиях Глуховский А.С., НТЦ "КомпАС"
25. Автоматизация управления в тепловых сетях АО "Ленэнерго"
Хачатуров Е.Г., Тепловые сети АО "Ленэнерго"
26. Электронные источники
27. Сайт ГИС-Ассоциации - <http://www.gisa.ru/>
28. Сайт ИВЦ «Поток», Сайт CityCom <http://www.citycom.ru/>
29. Сайт ЭСКО <http://esco-ecosys.narod.ru/> (электронный журнал энергосберегающей компании «Экологические системы»)
30. Правила обстежень, оцінки технічного стану, паспортизації та проведення планово-попереджувальних ремонтів теплових мереж і споруд на них. К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1998. – 55 с.
31. Положение о системе планово-предупредительных ремонтов основного оборудования коммунальных теплоэнергетических предприятий/ Акад. коммун. хоз-ва им. К.Д. Памфилова – М.: Стройиздат, 1986. – 460 с.
32. Шульга Н.А. Повышение эффективности работы систем теплоснабжения (на примере г. Харькова) // Коммунальное хозяйство городов: Научн.-техн. сб. Вып. 57. – К.: Техника, 2004. с. 220-223.
33. Информационно-графическая система «Паспортизация и расчет гидравлических режимов тепловых сетей» - ИГС «HeatGraph» («Теплограф»), электронный документ.
34. По материалам сайта www.gisa.ru.
35. ArcView. Версия 3.05. Руководство пользователя, 1998, 367 с.
36. Шульга Н.А. Системно-комплексный подход при создании геоинформационной системы централизованного теплоснабжения. Материалы III Всеукраинской научно-практической конференции: Алушта, КОИТТ КТ и ПО, ХНАГХ, 2007, с. 26-31.

37. Нимыч В.Г. Михайлов В.А., Бондарь Е.С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. К.: "Аванпост-Прим", 2003. – 630 с.
38. Шульга Н.А., Алексахин А.А., Южно И.Ф. Теплоснабжение и вентиляция зданий. Учебное пособие. Харьков, ХГАГХ, 2002.
39. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. - М.: "ЕВРОКЛИМАТ", 2001, 416 с.
40. Шульга М.О., Южно І.П. Вентиляція та кондиціювання повітря. Харків. ХНАМГ - 2004.
41. Каталог оборудования ЗАО "Интеркондиционер", 2004 г.